

室蘭工業大学紀要 第52号 全1冊

その他（別言語等） のタイトル	Memoirs of the Muroran Institute of Technology vol.52
journal or publication title	Memoirs of the Muroran Institute of Technology
volume	52
year	2002-11-30
URL	http://hdl.handle.net/10258/2814

ISSN 1344-2708

No.52

Nov.2002

MEMOIRS
of
THE MURORAN
INSTITUTE OF
TECHNOLOGY

MURORAN INSTITU
INSTITUTE OF TEC
OF TECHNOLOGY
TECHNOLOGY MU
MURORAN INSTITU
INSTITUTE OF TEC
OF TECHNOLOGY
TECHNOLOGY MU
MURORAN INSTITU
INSTITUTE OF TEC
OF TECHNOLOGY
TECHNOLOGY MU

室蘭工業大学
紀 要

第52号 平成14年11月

MURORAN HOKKAIDO
JAPAN

目 次

依頼論文

特 集：「自己理解のサイエンス」

自己理解のサイエンス：序文.....	橋本 邦彦	1
心理学から見る「自己」.....	前田 潤，松本 敏治	3
フッサール哲学 早分り.....	二宮 公太郎	13
身体メタファーに見る自己理解.....	橋本 邦彦	23
言語における自己.....	匹田 剛，塩谷 亨	33
P300から見た自己音声の認識.....	島田 武，福盛 貴弘	43
運動生理学からみた自己理解.....	上村 浩信	53
自然・社会・文化から見る自己理解.....	若菜 博	61

投稿論文

フッサールの数理哲学(6)－公理系の「特種化」－	二宮 公太郎	69
フッサールの数理哲学(7)－「虚数」の問題－	二宮 公太郎	81
総合病院における心理臨床－リエゾン事態としての事例研究(2)；重症筋無力症患者例－	前田 潤，狩野 陽	93
ハワイ語における2タイプの数詞文について	塩谷 亨	105
The Instrumental in Mongolian	橋本 邦彦	111
フレキシブルビームの曲げ振動に及ぼす内部と外部減衰の分離評価	齊当 建一，西田 公至，渡邊 久晃	127
Thermoelectric Properties of Sm and Ce Based Filled Skutterudite Compounds	ギリ ラム，柳瀬 考応，関根 ちひろ，城谷 一民，山本 淳，李 虎哲	133
ニューラルネットワークを用いたFBGセンサによる歪み計測 －誤差逆伝搬法によるシミュレーション－	齋藤 大介，佐藤 信也，今井 正明	141
反応性RFイオンプレーティング法によるBN皮膜の形成	佐藤 忠夫，若柳 俊一，渡邊 孝幸，酒井 彰	149

自己理解のサイエンス：序文

橋本 邦彦*¹

The Science for Self- Understanding : Introduction

Kunihiko HASHIMOTO

(論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

The special contributions in this issue consist of seven papers, which aim at investigating the way of self-understanding as their shared problem. The SELF has multiple aspects: the self on the neuro-physiological level; the self on the phenomenological level; the self on the physical level; the self on the social-interactive level. These selves construct one and the same SELF, connecting with one another. The contributors belonging to different domains of study, such as psychology, philosophy, linguistics, kinesiology and biology, will explicate the reality of the SELF from various perspectives.

Keywords: Self, Self-understanding, Multiple Aspects of Self, Reality of Self

1 特集論文の目的

自己には様々な側面がある。

- (1) 脳の神経生理学的な側面での自己：前頭葉前連合野を中心にして生み出される自己。
- (2) 現象学的側面での自己：生み出された自己を意識化し、記憶、思考、感情などに投射し、同一性・連続性を維持する自己。
- (3) 身体論的側面での自己：物理的な生命体として、環境の中で活動する自己。
- (4) 社会的側面での自己：社会や他者との相互作用により形成される自己。

(1)～(4)は、さらに細分化可能だが⁽¹⁾、それは自己のもつ多面性の一つひとつを取り上げてその特徴の際立ちに光を当てる作業の結果であって、けして自己が分裂しているということを意味してはいない。むしろ、それぞれの側面で捉えられる自己は、相互に影響し合い連関し合いながら、一つの同じ「自己」を構成していくのである。

私たちが日常生活の中でどのように自己を理解しているのかを探るのが、この特集の目的である。心理学、哲学、メタファー研究、言語学、実験音声学、運動生理学、生物・生態学という異なる研究領域から自己の多面性に迫っていく。これらの研究領域は、その歴史、方法、目的、結果などの独自性を保持しつつも、人間理解を主要な研究対象としている点で、密接に関連しているのである。

各論文での成果をパッチワークのように継ぎ合

*¹ 共通講座

わせていくことで、自己の真の姿が浮き彫りにされるだろう。

2 論文紹介

松本敏治・前田潤の論文は二つの柱から構成されている。一つは、行動論から条件付けに焦点を当て、人間は意外にも環境要因に自らの行動を支配されている事実を明らかにする。もう一つは、分離脳患者に見られる行動や自己理解の特徴から自己の所在を確定する上での困難さを、分離脳の示す行動パターンから統一された自己が存在するという暗黙の前提の疑わしさを指摘する。

二宮公太郎の論文は、フッサール哲学で展開されている志向性の基本的な構造を、知覚という最も根源的な場面の中で考察する。具体的には、射影・地平、時間意識・生きた現在、身体・キネステーズなどについて議論し、その後、意識作用一般にまで考察対象の範囲を広げていく。この考察によって、志向性と自己との関係が説明されるだろう。

橋本邦彦の論文は、身体部位を示す語を用いた英語の慣用メタファーを分析する作業を通して、私たちが自らの身体をどのように経験し理解しているのかを明らかにする。一見、多様に見える個々のメタファー表現の根底には、認知上の概念化を操作する限られた数の概念メタファーが働いている様子が描き出される。

四田剛・塩谷亨の論文は、どのような発話にも話者が必ず存在し、どのような文書にも書き手が必ず存在している事実を証明した上で、この話者/書き手こそが自己を指示し、自己の視点が言語表現に深い影響を及ぼしていることを解明する。データとして、指示詞、譲渡動詞、往来動詞を取り上げる。

島田武・福盛貴弘の論文は、脳波の一種である事象関連電位を用いて自己と他者の音声認識の違いを考察している。最初に、ヒトの知覚や認知を究明するのに使用されている方法を概観し、次に、電気生理学的方法としての脳波を導入する。最後に、事例研究としてP300という事象関連電位の成分を用いた自己と他者の音声認識の違いを見る。これら一連の考察を通して、誘発電位や事象関連電位が脳内認知を観察するのに有益であることが示される。

上村浩信の論文は、運動時の生体を理解することが運動生理学的に自己を捉えるのに重要である

と主張する。運動時においては、筋活動が円滑に行われるために効果器官である筋肉にエネルギーを送り、反対に、運動不足時においては、呼吸循環器系のシステムが筋肉で造られる老廃物を送り戻すという現象を、脂肪細胞、骨格筋から検討している。

若菜博の論文は、生物学、自然史、環境論の立場から、自然、社会、文化をキーワードにして、そこから浮かび上がってくる自己の多様なあり方とその把握の仕方を論じている。

以上7編の論文から、人間が身体の内と外とで、また、自らを取り巻く環境との相互作用の中で、自己をいかに経験し理解しているかがはっきり見てとれるだろう。本特集は、領域横断的な研究の重要性和実り豊かな可能性とを、私たちに披露してくれるのである。

注

- (1) Lakoff, George, and Mark Johnson, (1999), *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*, A Member of the Perseus Books Group: New York.
 - Sedikides, Constantine, and Marilynn B. Brewer (eds.) (2001), *Individual Self, Relational Self, Collective Self*, A Member of the Taylor & Francis Group: Philadelphia.
 - 北山忍, (1998), *自己と感情: 文化心理学による問いかけ*, 共立出版: 東京.
- 以上の文献を参照のこと。

心理学から見る「自己」

前田 潤*¹, 松本 敏治*²

‘Self’ Viewing from Psychology

Jun MAEDA and Toshiharu MATSUMOTO

(論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

We state psychological interpretation of "Self" from two aspects in this chapter. First, the mechanism through which environment and intention influence organism's behaviors and responses, are explained in term of Conditioning and Social Learning Theory. Second, the study of "Split Brain", which resultant from surgery to patients with severe epilepsy and showed the existence two mind in a human, are introduced.

Keywords : behavior, Behaviorism, Conditioning, Social Learning Theory, Split Brain.

1. はじめに

われわれは自分自身の行動をほぼ自明のものと捉え生活をしている。つまりわれわれはわれわれ自身がなぜそのような行動しているのかをよく知っていると思って生活をしているものである。時に思わぬミスをしたり、自分では合理的な説明のつかない不合理な観念や信念を持っていたとしても、偶然とかならずけたり、懸命にその不合理さに理由をつけて何とか合理的な説明を試みようとすることがある。

自分はなぜそのような行動をするのか、われわれは知りたいのである。しかし、しばしば説明がつかず途方に暮れる。

心理学ではこのような自分の行動の由来や自分自身つまり自己に関わる知見を集積してきた学問分野の一つである。本論では、それらの知見の幾つかを呈示しながら心理学的な立場から自己について考えるための材料を提供してみたい。

*1 共通講座

*2 弘前大学教育学部

2. 学習

我々は様々なことがらを日々学習している。学校の勉強のような教科の習熟だけが学習ではなく、情緒の発達、社会的相互交渉、人格の発達にも学習が関係している。ここでは、そのような学習がどのような心理的メカニズムをもって行われるかを日常の我々の行動を振り返りながらみていくこととする。

2. 1 刺戟と刺戟と結びつける

はじめに、古典的条件付けと呼ばれる学習から見ていくこととする。条件づけあるいは条件反射というとパブロフの犬の話を思い出す人も多いと思う。パブロフはもともと消化について研究していたが、その際、実験用のイヌが食器皿を見ただけで、唾液を流すようになることに気づいた。その後、この事実を組織的に研究し、ある刺激（ベルの音など）とエサを同時に提示しつづけることで、ベルの音だけで、唾液を流すようになることを見いだした。このような反応が、人間のあるいは自分の普段の行動とどう結びついているの

かと思うかもしれないが、人間の行動を条件付けだけで説明するのはむずかしいものの、人の行動を考えるときに、条件づけにもどづく学習は無視できないものである。

われわれは、いろいろな形で二つの出来事をむすびつけている。一方が多方の刺激の前触れになるという場合を考えてみよう。給湯器のゴーという音は蛇口からでる水がお湯に変わる前触れとなり、カギ束のガチャガチャという音は父が職場から帰って来たことを意味するなどである。このように二つの刺激が相ついで生じるという事態を何度も経験すると、その二つの間につながりがあるというふうに捕えてしまう(連合)。

古典的条件付けの中心概念は「もともとは中性刺激(特別の意味をもたない刺激)であったものが、別の刺激と一対でくり返し提示されることによって、その刺激と連合されるようになる」ことである。つまり、いままでとはちがう刺激でも同じ反応を引き出せるようになる。古典的条件付けでは、二つのできごとが相継いで起きることがくり返され時、前に起きたできごとが後に起きたできごとを予測させる信号となる。イヌにとっては、ベルがなった後で、エサがあたえられるということがくり返されると、このイヌにとって、ベルはエサが来るという前触れになる。エサが出たら唾液分泌がなされるということは特別に学習しなくても生じる反応であり、無条件反応(UCR)とよばれ、その場合のエサは、無条件刺激(UCS)となる。上述の手續(音→エサ)がくり返され、エサ無しで音だけで唾液分泌が起きようになる。唾液分泌が音に反応するように「条件付け」られたと呼ぶが、この時の唾液分泌は条件刺激(CS)である音に対する条件反応(CR)となる。

2. 2 行動とその結果をむすびつける

前節で、刺激と刺激の関係を学習するメカニズムについて述べた。さらに、人は自分がした行動とその結果についての学習も行っている。ここでは、そのような行動と結果の結びつきの学習のメカニズムを見ていくこととする。

パブロフが見いだしたのとは別のもう1つの条件付けとして、オペラント条件づけといわれるものがある。オペラント条件付けで、もっとも有名なのはアメリカの心理学者スキナーが開発したスキナーボックスであろう。レバーを押すとエサ台にエサがでてくる装置のついた四角い箱の中に、空腹のネズミをいれる。この箱にいれられたネズミはしばらくすると探索行動を始め部屋の中を動きまわる。たまたま、レバーを押

してしまうと、エサ台の上にエサが1つころがり出る。空腹のネズミは、エサを食べる。再び、動きまわっているうちに、偶然レバーを押してエサを食べてという経験をする。そのうち、レバーを押してはエサを食べるという行動が頻発し、空腹がおさまるまでこの行動をつづけるようになる。ネズミは、空腹のときスキナー箱にいれられたら、レバーを押してエサを食べるということを学んだことになる。

このネズミは、自分の行動の結果にもとづく学習を進めた。もし、その行動が報酬をもたらすのであれば、その行動はくり返される。このような場合、正の強化があたえられたという。もし、逆にある行動をした結果、不快な刺激をうけるようなことになれば、ネズミはそのような行動をおこなわなくなるであろう。その場合、罰があたえられたと呼ぶ。

2. 3 生活の中で生じる条件付け

では、このような条件付けにもとづく学習は、わたしたちの日々の生活や活動にどう影響をおよぼしているだろうか。ちょっと可哀相な実験だが、恐怖などの情動を条件付けが可能なことをしめす実験としてつぎのようなものがある。

小さなこどもは、急に大きな音をたてられると吃驚して泣いてしまう。これは、大きな音に対して恐怖反応(無条件反応)である。そこで意地悪だが、あえてつぎのようなことをしてみる。こどもの側に、白いヌイグルミのネズミを置き、こどもが興味をもって触ろうとしたそのとき、いきなり大きな音を立てる。こどもは、大きな音に吃驚して泣きだす。これをくり返すとこどもはネズミをみただけで、泣きだし恐怖におびえるようになる。

もともとは、特別な意味をもたなかったヌイグルミのネズミがいまや恐怖の対象になってしまった。また、特定のヌイグルミのネズミだけでなく、白くてフワフワしたもの全般に対しておびえをしめすような現象(般化)が見られる。

このように、恐怖反応を条件付けで説明することも出来る。しかも、このような恐怖反応はなかなか消えない。多くの人は、恐怖反応や不適切な反応をなんとか克服したいと考えているが、出来ずにいる。多くの場合、人は一度恐怖をおぼえた対象があらわれそうな場面や状況をさけるようになる。そうするとその対象(人や物)がもはや危険でなくなっていたとしても、そのことを学習できない。つまり危険ではないということを経験する機会があたえられないままとなる。

酒、タバコ、食べ物、薬物などの嗜好の一部は学習されたものである。これらの物の摂取は、時に環境刺

戟に対して条件づけられるということがある。喫煙者は、食後や一仕事の後のような特定の状況でタバコを欲するというのはよく聞くである。肥満の人の場合、食事をとる環境が食べるという行動を誘発することが知られている。薬物依存などの場合はより問題は深刻である。以前に薬物中毒の経験をもつ人は、以前乱用していた場所や地域にもどると離脱症状の苦痛を再体験してしまうといわれている。

心理学の世界で、実験神経症とよばれるものがある。互いによく似ていて弁別しにくいような刺激をつかって動物に弁別実験(一方の刺激にだけ反応して、もう一方の刺激には反応しないなど)をさせると、強いストレスを生じさせるらしく、実験が進むにつれて奇妙な反応が生じるようになる。たとえば、丸はエサの合図、楕円はエサがないことの合図を教えるとする。このとき、丸と楕円の差がハッキリしていれば問題ないが、殆ど弁別出来ないほど互いに似せて実験を行う。その後、簡単な弁別課題にもどしてしたところ、適切な反応ができないままとなってしまう。イヌに起きたことは、これだけにとどまらない。この課題を行う前にはおとなしかったイヌが、装置の中でおびえて泣き叫び、泣き声をあげるようになる。その他にも、実験室に対するおびえなどの反応もみられる。ここでみられる状態は、人の神経症の症状とも似ている。

ここには、「長期的な逃れられない葛藤や決定困難なストレス状況」「全般的な不安を示す行動」「普通でない反応や葛藤事態の根本的解決しない反応の表出」「特殊な方法を用いないと、長期間消去しない」など人の神経症の発生条件と類似の状況にある。

2. 4 行動を変えるには

いままで、古典的条件付けおよびオペラント条件づけの学習について見てきた。学習した行動はかならずしも適切で社会的にうけいれられたり、本人にとって有意義なものばかりとは限らない。時には、反社会的な行動や叱責をもたらす行動さえも学習によって獲得することがある。クラスで立ちさわぐ子は、教師からの叱責をうけるかもしれないが、それは同時にクラス全員からの注目をあびるという正の強化をうけているのかもしれない。また、やめたいと思いながらどうしてもしてしまう行動(喫煙だったり過食だったり)をもってる人もいる。このような行動に対してどのように対処していけばよいのだろうか。これに対する答は、その心理学のアプローチが異なれば、回答も異なる。精神力動的アプローチをとる研究者は、あなたの過食を幼児期や育成上の経験によるものとみなし、埋もれた記憶を掘りおこすことが問題を解決するとみなすか

もしれない。行動主義者は、内面の記憶より過食という行動を規定している外的要因を統制する方法を指導してくれるかもしれない。認知的アプローチをとる人びとは、あなたが外部にある刺激をどのように意味付け捕えているかが重要と考えるかもしれない。また、人間学的モデルでこの問題に接近しようとする人は、あなたが自分自身を的確に把握し人間的に成長し自分の基本的潜在能力を発揮することこそが重要であると考えかもしれない。このように心理学においては、一つの問題に対していくつもの解決法が示されることとなる。

ここでは、人間の行動を変えるにあたって、どのようなものがあるかを具体的に学習という立場から見て行くこととする。

オペラント条件付けの基本的部分は、非常に簡単な図式で既述できる。"ある行動が自発され、それに強化刺激がつづくなら、その行動が生じる可能性は高くなる"とうことであった。ある意味では、現在、くり返し出現している行動は、無条件反射など生得的に獲得されたものを除けば、なんらかの形で学習されたものであると考える。では、その行動は除去したり、別な行動に置き換えることが出来るはずである。

ある反応を起りやすくさせる刺激は、正の強化子とよばれる。あらたな反応を形成したいのなら、その反応に対して正の強化子をあたえるというのがもっとも普通の方法だろう。われわれは、普段でもこれに近い行動を自分自身に対して行うこともある。あるいは、他人があなたに対して行うのも経験したことがあるのではないだろうか。適切な行動を自分がとれた時にその行動に対して御褒美をあたえる。しっかりと集中して勉強が出来たから、ゲームの時間をいつもより多めにするなど。この時、強化子として使われるものは、イヌにみられるように直接その場でなんらかの要求を満たすもので無くてもよい。あるものを買ってあげるという約束でもよいし、ただ単なる褒め言葉でも正の強化子になりうる。

上述の方法は、適切と思われる行為に対して正の強化をあたえるというものであった。しかし、不適切と思われる行動をとめるために罰(嫌悪刺激)を用いることも良く見られる。この場合も、実物理的な苦痛(お尻をぶたれる)が用いられることもあるし、単なる叱責(なにやってるの。)である場合がある。ともかくも、その刺激が当人にとって嫌悪や苦痛をもよおすものであればよいということになる。

このような嫌悪刺激をもちいたコントロールの方法には3つの種類がある。逃避、回避、罰である。ある行動をすると嫌悪刺激を止めさせる(逃避)、あらかじめ

め嫌悪刺激をさけることが出来る(回避)を考えてみよう。"ごめんなさい"の一言がお尻をぶたれるという嫌悪刺激を止めることになる。また、怒りに満ちた母親の顔を見てふざけて笑わせようとする行動は、未然に母親からの叱責をふせぐ行動として学習されたものであろう。

この二つの場合を負の強化とよぶ。つまり、既にあるかこれから起こりそうな嫌悪刺激から逃げるための学習である。

一方、罰の場合は、ある反応の後に嫌悪刺激があたえられる。その刺激が十分な強さをもっていればその行動はすくなくとも抑制される。しかし、罰は行動を抑制する強力な力をもってはいるが、場合によっては期待した効果をもたないばかりか、思わぬ副作用をもたらすことがある。罰は、様々な形で感情とむすびつく。罰をあたえた人物に対するうらみや自己否定感などと結びつくこともある。また、罰によって得られる行動の抑制は、罰をあたえる人がいる場面でのみ見られることが良くある。行動全般が抑制されたのではなく、罰をあたえそうな人がいる場面で行動を抑制することを学んだのである。また、体罰を加えることは、罰をあたえながら、一方でモデルを提示することとなる。他の子に乱暴をふるったとってその子をぶったとする。その子は体罰をあたえた大人に対して暴力をふるうことはないが、モデルとなる大人をみて学習した行動(人をぶつ)を他のこどもに対してやってみせることはありうる。

われわれは苦痛や嫌悪刺激を避けようとさまざまな努力をするだろう。親にしかられないよう悪い点数のテストを隠したことがあるという人もいるかもしれない。では、もしあたえられる苦痛や嫌悪刺激からどうしてもまぬがれないという状況にあったとしたらどんなことになるだろう。これについてつぎのような実験が興味ある事実をみせてくれる。

イヌが飛び越えられる高さのしきりによって二つに分かれた箱を想像してほしい。ベルでもなんでもよいが、ベルの音を聞かせた直後、イヌがいる方の区画の床から電気ショックが加える。しかし、もう一方の区画は安全である。この場合、イヌは数試行の中に学習をしてベルの音がすると安全な方に移動するようになる。ところが、もしこのイヌがこれ以前にどうしても電気ショックから逃れられないような状況を経験したとする。この経験をしたイヌは、上述のような状況におかれた時、かなしげに声をあげるのみで、適切な逃避反応を学習しない。しきりを跨がせて教えようとしてもむだであった。このような現象を学習性無力感という、自分の行動が外界をコントロールしえない、嫌

悪刺激を回避することができないことを、まさに"学習によって"無力感を学んだのである。人間においても同じく学習性無力感が生じることが知られている。

2. 5 実体験によらない学習

以上のように環境や刺激が人の反応や行動におよぼす影響をみてきた。しかし、ある刺激はすべての人にとって同じような意味をもつとはかぎらない。ある人々にとって魅惑的な音楽が他の人々には雑音としかとらえられないかもしれない。バンデューラは社会学習理論の側面から人は自分自身の行動に対して制御を加える存在だとみなす。人びとは、外界の刺激や環境をただそのまま受け取るのではなく、みずからの認知機能にもとづいて、その刺激や環境を意味づけ、比較したり、対照したりをおこなう。この意味では、このような認知機能こそがわれわれと外界をつなぐ架け橋となる。このようにみなすとき、他者の行為やその結果をみることによって成立する観察学習や認知を変えることによって行動を変えることが可能となる。

2. 5. 1 観察学習

われわれは、みずからやって見なくても学ぶことは数多くある。友人がやるゲームを側で見ながら、攻略法をみにつけることも、観察を通しての学習である。また、友人の異性への声のかけ方や話し方をみて対人的なスキルを学ぶこともあるだろう。もし、やってみないことには学習できないとすれば、常に大きなリスクを負うことになるだろう。

2. 5. 2 認知的行動変容

われわれが外界と向き合う時に、さまざまな思考、言語やイメージがその仲介をしている。たとえば、複雑な工作模型を組み立てたドライブの計画を立てたりする時、「最初は、こうして、つぎに....」と言葉やイメージを使いながら計画をたてていく。

このようにわれわれには自分の思考を制御するスキルを有している。このようなスキルをオペラント条件付けの技術とむすびつけることで、行動を変えていこうとするアプローチがある。気分が落ち込んだりした時に、人は自分の行動や性格それまでのやり方について否定的に考えるだろう。「どうしてあんなことをしてしまったんだろう。どうせおれはだめだ。あんなふうにすべきではなかった」このような形での思考は、自己肯定感を下げ、さらに種々の否定的感情と不適切な行動を引き起こす。このような状態から抜け出すためには、1.自己観察、2.拮抗的思考、3.変化についての認知という段階を必要とする。

自己観察では、自分自身の行動を注意をむける。この際、客観的な指標をつくり日記などにとどめておくといふ。その中に、その行動が生じた状況と結果、そして回数などを書いておく。たとえば、喫煙などをイメージしていただくといふかもしれない。そのように自己の行動について記載しモニターするだけで、なにがその行動を引き起こしているのかを知ることが出来るかもしれない。

つぎには、現在の行動をあらたな行動や思考に置き換える必要がある。不安に対して「自分はだいたいじょうぶだ」と言い聞かせ、にっこりと笑ってみるというような。最後に自分の行動を評価する。うまくいったのは、「自分がこういうふうに働きかけたからだ」と評価をする。人によっては、どんなにことがうまく運んでも、それは自分の行為や行動が原因ではなく、問題がやさしかったからとか運がよかっただけだとか思う人もいられるかもしれない。しかし、これではあらたな行動の有効性を持続させることは出来ない。

2. 6 まとめ

このように考えてくると、われわれの行動は思っている以上に環境の要因に支配されていると思えるかもしれない。あるいは、おもった以上に人間とは自己を制御する内的な力をもっていると思われた人もいられるかもしれない。内的な力や意志のどちらかだけが、われわれの行動を決定しているわけではない。外的な環境がどうしようもなくわれわれの行動を決定しているわけでもない。環境は行動に働きかけているし、行動も環境に働きかけている。環境と行動に対して制御をおよぼすことが可能であるし、その結果が自らを変えることにつながる。

3. 脳と自己

心理学の中では以上のように、外部環境によって実は人間行動が決定されている面があることを学習心理学という立場から明らかにされている。内的な力や意志と環境が関わりながら人間の行動は制御されているのである。

それでは行動の主体である我々自身とは何で、自己（私）の所在はどこであろうか。このような問いは非常に漠然としており、問いとしても古く、多くの先人達が様々な立場や角度から取り組んできたのである。私の魂、私の心の所在はどこか。それは心臓（ハート）である、肝である、頭である、と自己の所在を局在的に捉えたとらえ方であっても幾つかの見解があることをわれわれは日常感覚から知っているのである。しか

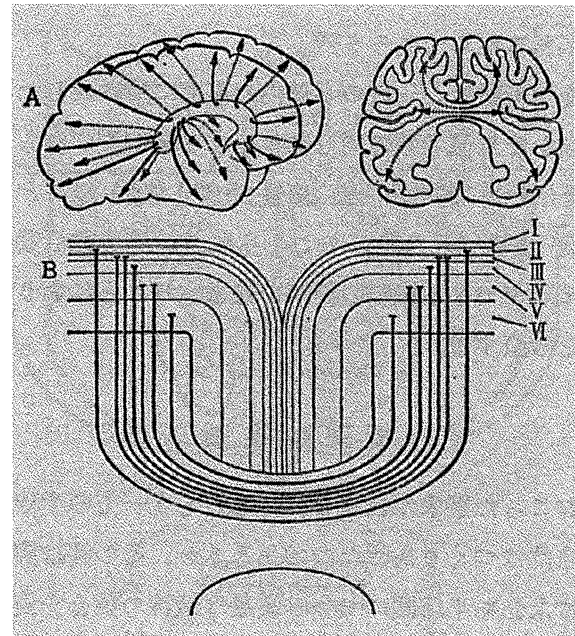


図1：ガザニガ（1994）

し、現代では自己の所在は心臓でも、肝臓でもなく、脳であるというのが一般的な見解となっており、それもまたわれわれの常識である。

これは現代の脳科学の進歩によって富に明らかにされてきたところであるが、この脳科学の進歩に伴って自己の所在についての複雑性もまた明らかにされてきたのである。それは移植医療からの臓器記憶、あるいはセマンティックマーカなどの用語からも推察されるように自己の局在性という観点から見ると対立するような事象が集積され、あるいは見解がまとめられつつある。ここでは、こうした自己の脳の局在性に対する挑戦的見解ではなく、様々な脳研究がある中で自己の所在について考えを深めざるを得ない知見をここでは紹介したい。

われわれが疑いようもなく一個の私と捉えているとらえ方がどこまで確かと言えるのだろうか。

3. 1 分離脳

ここで紹介する知見とは、分離脳に関わって得られた知見である。分離脳とは、われわれの脳は右脳と左脳からなり、それぞれが機能分担していることが知られている。それは、ウェルニッケ、ブローカなどの脳神経学者が19世紀後半に、生前言語障害を示した患者の解剖部検などから脳の言語的局在性に示唆を与え、もっぱら人間の言語活動が左脳に局在していることが知られるようになった。主に言語を中心とした研究から左脳を優位半球、右脳は目立った役割的証拠に欠けていたために劣位半球と名付けられた。

この左右両半球は内部で2億を超えるニューロンか

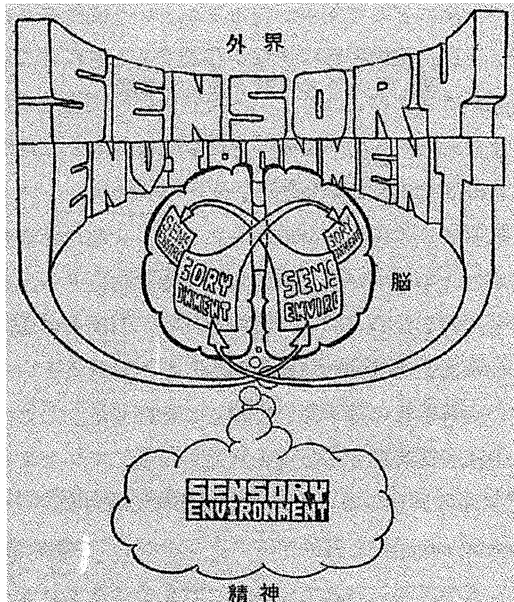


図2: ガザニガ (1994)

らなる脳梁によって結ばれている。そしてこの半球間繊維は両半球の同一領域を図1のAのように結合しており、Bのごとく一方の半球から出た半球間繊維は反対側半球の同じ皮質層にたどり着く。

この両半球をつなぐ繊維の大部分は感覚知覚機能を持つ領野同士をつないでいるので2つの領野間で情報の交換が生じると考えられる。空間の右半分に関する感覚情報はそのまま左半球に描かれ右半球は左半分にに関する情報を受け入れる。これが半球間伝達によって一つの完全な心理空間の幻影を図2のように作り上げる機構であると見なされるのである。

よく知られているように1960年代に、てんかん発作の抑制にこの脳梁切断が有効だとされ、腫瘍などで切断された以外、多くのてんかん患者がこの脳梁切断を治療のために行った。治療のために行ったので本来は治療成績が問題となるわけだが、この手術によって、右脳と左脳の連絡が絶たれた状態、つまり一人の人に右と左に分割された脳が存在する状態が人工的に作られたこととなったのである。この状態を分離脳と言う。

3. 2 分離脳患者の示す特徴

分離脳となった患者は、自己と脳の局在性を考える上で脳の左右半球に関わる非常に興味深い事実を残してくれた。つまり脳を二つにしたときに人間の意識のメカニズムが二重になるかという興味が出てくる。この興味に対する研究が行われているので、ここではこれに関わる知見を紹介したい。

その前に理解しておかねばならないことは、視覚系の神経分布は片目に投射された情報が両半球へ同じように投射されるようになっていているということである。それゆえ情報を片半球だけに提示していることを保証

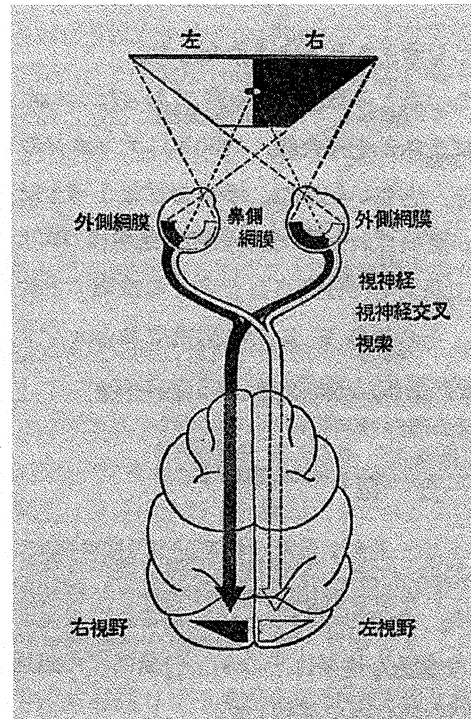


図3: ガザニガ(1994)

するためには被験者は一つの点に注視しなければならない。これによって図3で示すような解剖学的配置のように右視野に提示された情報は左半球へのみ投射されるのである。

3. 2. 1 分割意識

左半球の意識は言語活動によって現れてくるので捉えられるだろうが、右脳は果たして捉えることが出来るのか、また、どのような現れ方をするのか、右脳の言語的な特性と限界を明らかにする試みがなされている。

被験者はP.S.と名付けられた患者である。P.S.は言葉を話さない右脳に様々なものの絵を提示された。そして一連の文字から適当なものを選び順序よく並べて名前を綴るように求められたのである。この状況で彼は上手く文字を並べることが出来たことから、さらに右脳の主観的かつ個人的質問が行われた。

方法は、質問の中のキーワードに当たる部分だけを左視野に呈示され、右脳にだけ情報が投射されるようにしたのである。

「あなたは誰ですか」という質問に文字を正しく配列することが出来た。

続いて「あなたの好きな女友達は誰ですか」と質問されてP.S.は「Lits」と綴った。これは当時の彼のガールフレンドの名前であった。このようにキーワードを替えて「人」「趣味」「曜日」「仕事」と次々に質問された。「あなたのしたい仕事は何か」という質問に対して右脳は「自動車レース」と答えたが、しばしば彼は「製図家」になりたいと言っていたのである。

テスト直後に同じくどんな職業に就きたいかと質問されたとき彼は「えーっと製図家になりたい」と答えた。

ともかくこの実験から、劣位半球で主たる役割を持たない半球とさえ言われていた右半球も意識状態に値する性質を持っている、つまり自己の感覚を持っていることが示唆されるとされた。なぜなら右半球も名前を持っており、感情もあり、なりたい職業（この場合自動車レース）、つまり目標や夢を持っていると言えるからである。

さらに P.S. に対して善悪判断も行っている。それは幾つかの単語を視覚的に右脳と左脳に呈示し、その後善いから悪いまで7段階評価をさせたのである。すると、概して右脳は左脳に比べ否定的な評価を下す傾向を示した。換言すると右脳と左脳は異なった意識の側面があることを示唆したのである。

好悪判断ではこのような右脳と左脳の違いははっきりと現れず、むしろ一致する傾向を示した。

3. 2. 2 行動を説明する意識

われわれは意識できることは僅かのことであることを経験上知っている。つまりわれわれは意識できること以上の活動に携わっているのである。それは、例えば力動精神医学、精神分析学が無意識の思考過程と呼ぶ心理過程を想定している。一般に右脳の思考過程は非言語的・非論理的思考過程であると言われ、また情動思考過程への関わりが深いとも言われる。つまり、確かにわれわれは意識が掴みきれない環境からの多くの刺激に常に曝され、さらにわれわれ自身の内部も情

動や夢想、貯蔵されている記憶が絶えず生起しているのである。こうした様々に生起する事柄を意識はつかみ取れなくともわれわれの行動に影響を与えている。

このようなことを考える上でも分離脳患者は示唆を与えてくれるのである。

P.S. はどちらの半球に言語的命令を与えられても反応できるが、左半球に与えられた刺激に対しては言葉（発話言語）で表現することが出来る。

一連の研究の中には、右半球しか知らない命令に P.S. が反応した際、なぜそうしたのかという質問に左半球がどのように対応するのか、その仕方に関するものがある。つまり左半球にどうしてそうするのか尋ねたときに、実際は知らない左半球がどのようにそれを説明するのかという課題に左半球は直面するのである。

図4はその状況を示している。

例えば「笑え」という言葉を右半球に呈示すると被験者は笑いはじめた。そこで理由を聞くと「だって、あなたは本当におもしろい人だ」と言った。「こすれ」という命令が呈示されると被験者は手の甲をこすった。そして命令は何だったのかを聞くと「痛い」と答えたのだ。「こすれ」よりも「痛い」というのは上手い説明になっているように思われる。「ボクサー」という言葉を呈示されたときには動作ボクサーの動作を示した。そして何を呈示されたのかを尋ねられると仕草を頼りにしながら「ボクサー」と述べたのである。

また、タキストスコープで検査された別の分離脳女性患者は、中性的な幾何学図形の中にヌード写真が紛れ込んでいて右半球に投射されると、その女性は顔を



図4：ガザニガ(1994)

赤らめくすくすと笑い出した。そこで「何を見たのですか」と尋ねると「いえ、フラッシュだけでした」と答え再び口元を押さえて笑い出したので「どうしたのですか」と尋ねると「先生、先生は何か仕掛けましたね」と答えたのである。

これは示唆的である。つまりもしも分離脳患者と知らなければ、初めの例では精神分析学的立場から見るとこの患者は、本当のことを抑圧したと捉えられるであろうし、女性患者は葛藤をもたらす性的材料の知覚を抑圧した典型的な行動ととらえるであろう。そうでなくとも表現を避けたと捉えるに違いない。

分離脳患者ではなくとも、健常者にも同種の行動がみられる。それは例えば、相手が仮に口では「あなたを好きよ」と言いながら顔の表情は「嫌いだ」ということを示している場合、左脳は言語を理解できるが、右脳は言語を容易には理解できないので非言語的メッセージを強調して受け取ることになる。このとき論理的な思考を行う左半球によって右半球の受け取ったメッセージは切り取られることになるかも知れない。もしも相手が「嫌いよ」と言って表情や仕草が「好き」ということを現しているときも同じことが起きる可能性がある。

また、右脳は行動制御に関わることは出来ても言語的にその行動を説明するのは左脳である。左脳は自らの行動の理由を知らなくとも行動を解釈し言語的かつ論理的に説明しようとするようである。つまり本当の理由がわからなくとも左脳は行動の論理的な説明を与えようとする傾向があることを分離脳患者は教えてくれている。

3. 3 自己の所在

こうした右脳についての意識の調査をするためには右脳が言語表出できることが必要である。しかし、例えば 27 例の分離脳患者のうちでこうした言語表出が出来るのは 2 例だけであったという。

つまり 2 例は右半球は独立した意識を持っていることを示した。多くの分離脳患者は右半球の言語的に洗練した性質は欠如しているという事実もあるのである。それゆえ右脳は独立した意識を持ちうるということが示されたのであって、全ての人が同じように左脳と右脳が独立に意識を持ちうる証拠が得られたことにはならない。

しかし、右脳は言語を持たなくとも非言語的情報を受け取り、メッセージとして解釈し判断する能力を持っていることは示されている。例えばそれは、血管造影が行われるときに使われるナトリウムアミタールによって左脳が眠らされているときに、左手にものを持



図5：ガザニガ(1994)

たせ、何を渡したかに言語では答えることが出来なくても、図版を見せられると与えられたものを選び出すことが出来るという事実に見ることが出来る(図5)。

われわれは、自己の所在を脳に局在化して捉えるが、脳の機能は左右同一ではないばかりか、異なる意識が併存している可能性も分離脳から示唆されるのである。先の例の P.S は特別な例かも知れないが、左脳と右脳では同一対象に対する好悪の判断は概ね一致していたが、善悪の判断は異なっている傾向が示されていた。

また、こうした分離脳患者でなくとも左右半球の機能的分割がある事実は、左右半球が外界から受け取るメッセージの質が異なっている可能性を示唆し、異なる質のメッセージ解釈が同居している状態が作られ得る。

そして左脳に言語機能が局在化しているので、われわれが言語的に外界のメッセージを解釈し、それに即して行動しようとするときには、言語的判断に偏って判断を下す傾向が強くなる可能性を示唆する。しかしそれは、非言語的なメッセージに対する右脳の解釈と矛盾する可能性を常にはらんでいる。善悪判断という点では特に、左右の判断が異なっている傾向があったことは、患者の個人的な傾向だったのだろうか。よく漫画チックに天使と悪魔が耳元で対立したメッセージを送る描写があったが、右脳と左脳の善悪判断が異なっていた結果から考えてみるとこれも興味深い。

3. 4 まとめ

私たちは通常自己を一つと捉え、自己の所在は局在的には脳であると疑いなく思っている。しかし、左右両半球の特性あるいは分離脳患者の行動的な特徴から、自己の所在としての脳それ自体は必ずしも一つではなく、左右両半球の機能的な差異やさらには異なった意識状態を持つ可能性までもが示唆されているのである。

一般に言語を持たないとされる右脳と言語表出力を持つ左脳は、異なった外界の解釈及び自己の行動認知を行いながらもそれが統一された矛盾のないものであろうと解釈を試みようとしているようにみえるのである。言葉は持たないが言葉を持つ左脳とは異なった解釈に基づいて行動制御する右脳と、現れてきた行動に論理的な解釈を絶えず試みようとする。そうみると人間は常に矛盾と格闘する宿命を負っているように見えるのである。

4 おわりに

われわれがほぼ無条件に信じている自分自身についての確証は幾つあることだろう。自分は一人であり、自分は元々こういう人間だ。自分の行動は自分が律している。自分のことは自分が一番よくわかっている。数え上げればきりが無い。ここで示した行動理論、条件付け、社会学習理論、分離脳の知見は、これらの確証に対する挑戦であるように見える。つまりこうした確乎たる自己というのは存在せず、外部刺激の連鎖、環境条件や社会的な強化の積み重ねでいかようの自分にもなり得たのではないか。自分の行動は実は全く私の与り知らぬ何らかの理由から起きてきたものなのではないか、という疑念が湧いてくるのではないだろうか。しかし、一方でこの事実はどこまで可能かという程度についての検討は別にしても自己の可塑性、柔軟性、あるいは自由度の高さを示すものと捉えることも出来るのである。

一見矛盾した意識を持つかのように見える左右両半球が統体としての自己を作り上げようとする営みに本来の私らしさがあるのかも知れない。

参考文献

- (1)P.G. ジンバルド一,現代心理学I, サイエンス社 (1988).
- (2)リタ.L.アトキンソン・リチャード.C.アトキンソン・エドワード.E.スミス・ダリル.J.ベム・スーザン.ノーレン・ホークセマ,ヒルガードの心理学, プレーン出版,(2002).

- (3)M.S.ガザニガ・J.E.レドゥー,二つの脳と一つの心 左右半球と認知,ミネルヴァ書房,(1994).
- (4)D.A.ベイカル,病気と痛みの心理学,新曜社,(1983).
- (5)杉下守弘,意識とは何か?(4),現代思想4,青土社,(1984).

フッサール哲学 早分り

二宮 公太郎*1

A Guide to Husserl's Philosophy

Kohtaroh NINOMIYA

(論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

This treatise is intended as a guide for learning easily Husserl's phenomenology. Firstly we will see the structure of 'intentionality' in the case of perception and will learn meanings of terms 'Noesis' 'Noema' 'hyle'. Next we will see theories called totally 'genetic phenomenology'. And then we will inquire closely <Noesis - Noema>analysis in the "Ideen I". Husserl analyses three dimensions of intentionality distinguishing several characters of act. This analysis is considered also in relation to truth and evidence. Lastly we see the method of 'reduction'.

Keywords : Husserl, phenomenology, intentionality, Noesis, Noema

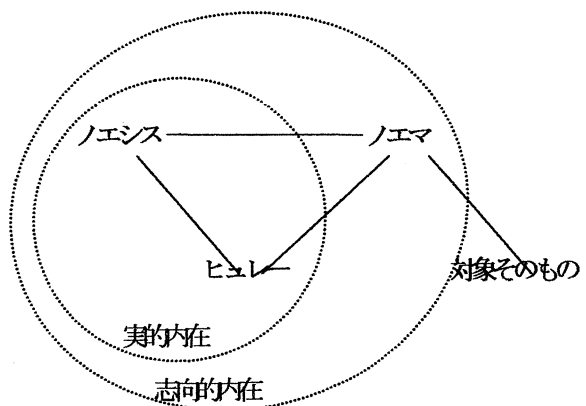
1. はじめに

普段はフッサール最初期の極めて難解な数理哲学と格闘している私だが、フッサール哲学の中核を成す部分をできるだけ分かり易く記述してみたいというのは、私の以前からの念願であった。今回、この場を借りることにしたい。

フッサールの文章は、術語や言い回し等の点で極めて難解なのだが、そこに語られている内容は極めて当然のことで、誤解を恐れず言えば、むしろ単純である。それは、誰にでも分かるものである。フッサールの言葉を普通の言葉に翻訳すること、それはフッサールを研究する者の義務であるように、私は感じたりもする。そしてまた、その過程の内に私自身の思想も必ず現われるものだと思い込む。

2. 知覚の<ノエシス - ノエマ>構造

<知覚>とは、物に関する実際の認識のことである。日常の経験で最も基本的な場面における認識である。フッサールも、これを最も根源的な認識形態と見ており、さらには「真理」を究極的に基礎付けるものとしての地位をこれに与えている。フッサールの「志向性」理論が分析する<ノエシス -



*1 共通講座・哲学

ノエマ>構造は、フッサール哲学の基本骨格ともいえるべきものだが、これを我々は、まず<知覚>という場面の中で見ていくことにしよう。図を見ながら考えてほしい。

我々が室蘭工大の正門を入ったところには何本かの木が——「木」だと分かること自体が実はここでの問題なのだが——植えられている。そのうちの或る一本を知覚している場合を例にとってみよう。

視覚には、立派に枝を張った——「枝」という言葉も本当はまだ使わないほうがよいのだが——この物体の<形>が見えている。この感覚に与えられている内容が、「ヒュレー」*hyle* (素材・質料)とフッサールが呼ぶものである。しかしそれだけでは認識にならず、このヒュレーは、意識に積極的に取り上げられなければならない。

この役割を果たすのが、「ノエシス」*Noesis* (広義で「観ること」と呼ばれる意識の能動的な作用である。意識は、このヒュレーを「生气づけ」*beseelen*で——言わば命を吹き込んで——、それを対象として構成すると同時に、それが「木である」という「意味」を、この対象に与える。このように感覚与件から対象を構成しそれが「何であるか」を規定する意識の作用、それがここで言う「ノエシス」である。

他方、このようにして形成されてくる<対象>や「木」という「意味」*Sinn* が、ここで「ノエマ」*Noema* (広義で「観られたもの」と呼ばれるものである。「ノエマ」は、意識がそれを志向する——意識がそれに向う——相手として、「ノエシス」作用と相関的に、同時にその対極に形成されるのである。

このノエマとしての<対象>ないし<意味>は、「対象そのもの」——いまの例では当該の<木そのもの>——への「方向」*Sinn* を示してはいるが、しかし対象そのものではない。「対象そのもの」(「対象それ自体」)とは、意識の意味構成作用を度外視された限りでの対象のことである。フッサール自身が挙げている例を借りれば、<木そのもの>は火を付ければ燃えるが、「木」という<意味>は、火を付けることもできないし燃えることもないのである。

さて、フッサールは、「ヒュレー」と「ノエシス」は意識に「実的に内在する」が、「ノエマ」は意識に実的には属さず「志向的に内在する」、と言う。

確かに、感覚与件は、当の意識の流れのなかで、そのつど言わばナマで与えられるものであるし、また、それについて対象として把握して「意味」を付与する作用は、当の意識が、意識の流れのなかで、そのつど言わば一回限り遂行するものである。意識に「実的」*reel*に属するとは、このように、そのつどの意識に実際に含まれ、意識の流れの中に実際に座を占める、ということを言っているのである。

問題なのは、「ノエマ」の存在性格である。

ノエマは意識に「実的」には属さない、と言われる。これに関しては注意が必要である。後にフッサールは、「ノエマを体験から切り離し実的契機という性格をノエマに否定する根拠は存在しない」(*Hua, BdXI, S.335*)として、ノエマにも「実的」な存在性を認める記述をしているようである。ノエマも、或る者が或る意味付与を現に為している際には、当の意識の時間流の内にしっかりと位置を占める以上、それが当の意識に「実的」に属するということは、実際のところ否定することはできない。「ノエマは意識に実的に属さない」という『イデー』におけるフッサールの言明は、「ノエマは、単に意識に実的に属するに留まるものではない」という意味に取るべきであろう。

「意識に志向的に内在する」とは、<意識が為す志向の内に存在する>ということであり、別の言い方をすれば、ノエシスに相関する他方の契機として意識に対して存在するということである。

ノエマのこの存在性は、そのつどの個々の意識の流れに付着する「実的」という性格を超えるものを有つ。ノエマは、その都度の意識からは独立して、同一の存在を保つことになるのである。私によって形成される「木」という<意味>は、それを形成した私の作用への依存を脱して存在する。私はいつでもそれを志向し得るし、そのみならず、誰でもがそれを志向し得るのである。

ノエマのこの「非・実的」な性格が、もっと言えば、いつでも誰にとっても妥当する汎通的な存在性が、<表現>——意味構成作用に「基づけ」られた意味表現作用——が成立するための基礎となり、従ってまた、表現の意味——指意 *Bedeutung*——のイデア的統一性の根拠となる。私が他の人に「あの木は美しい」と言った場合、その人も「あの木」ということの意味を理解する。ノエマの汎通的な存在性が、初めてコミュニケーションを可能にしているのである。

意識に「実的」に属するノエシスの作用が、なぜ、

学的なこの空間規定こそが根源的なものであり、統一的・客観的な意味での三次元空間はこの根源的な空間経験から形成・構成されたものである、とフッサールは考える。

この「原点」は自発的に動く原点である。そして、動きながら知覚するとき、そこに働くのがキネステーゼ *Kinästhesie* (運動感覚) である。これは、キネーシス (運動) とアイステーシス (感覚) とから成る合成語だが、それは、単に自分が運動しているという感覚のことではなく、運動しながらする感覚のことである。自分の位置や向きを変えながら物を見るとき、地平や射影が変化する。意識は、変化するこの視野や対象の方に向っている。そのときに、わざわざ注意を向けなくても自分の動き方が潜在的に分かっており、それを地平・射影の変化と総合する能力が意識には在る。それがキネステーゼの働きである。

<動きながら見る>という、我々がいつも経験しているこの場面を認識論の内へ取り込んだこと、そして、<身体>ということに対して、単なる認識の対象としての地位ではなくて、認識の主体としての役割を新たに与えたこと、これらは、近世哲学が欠

き、フッサールが現代哲学に持ち込んだ重要な契機である。

キーワードをまとめておこう。

原点としての身体——「ここ」と「そこ」、方向
自発的に動く原点
運動感覚
主体としての身体

知覚の発生

以上三つの項目での受動的発生の分析を、総合して考えてみよう。我々は、物を知覚する際に、対象をぐるりと廻り込んで見るということをよくする。そのとき、「キネステーゼ」が働き出す。「地平」や「射影」が変化し始めるが、この変化を、我々は自分の身体の運動に関わらせて受け取る。さっきは対象のあの側面のあの模様が見えていたことを私は「過去把持」していて、いま見えている模様と比べることができる。そして、さらにこっちの方向にこう回り込めば模様はこうなるだろうと「未来把持」したりする。こうして、知らず知らずのうちに、一つの対象が意識に与えられているのである。

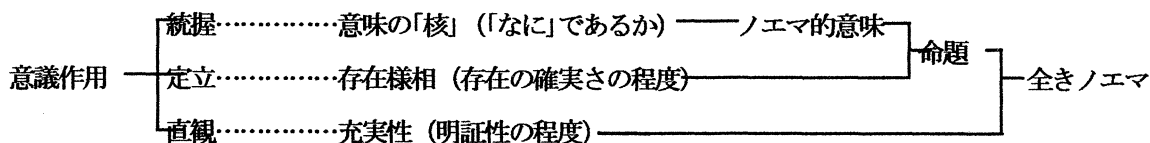
4. <ノエシス—ノエマ>分析

さて、いよいよ我々は、フッサール哲学の中核を成すところへ入り、フッサールが<ノエシス—ノエマ>構造の詳細な分析を示した『イデーン』第一巻第三篇の内容を見ることにしよう。ここでは、志向性の成素である「ノエシス」や「ノエマ」も広い意味で用いられ、また意識作用の性格も知覚だけでなく全てのものが考えられている。

志向性の基本成素

先に知覚の<ノエシス—ノエマ>構造を見た際に、ノエシスについて、「意味を形成・付与する」作用と

して説明し、その形成された「意味」がノエマであると説明した。しかし、そこでの<ノエシス—ノエマ>は、志向性の或る一つの面を示したものに過ぎない。フッサールは、意識の志向性が、三通りの基本的な要素から成る、とする。これをノエシスの方からみれば、「統握」・「定立」・「直観」である。ノエシスの各要素に対して、ノエマの各要素が対応する。順に見ていこう。整理しやすいように図を付する。それぞれの対応において、「……………」(点線)の左側がノエシスの契機であり、右側がノエマの契機である。



「統握」と意味の「核」

「統握」*Auffassung* とは、志向している対象に対して、それが「何であるか」ということを把握する意識の働きであり、それによって対象に与えられる規定が、「意味の核」としての「ノエマの意味」である。

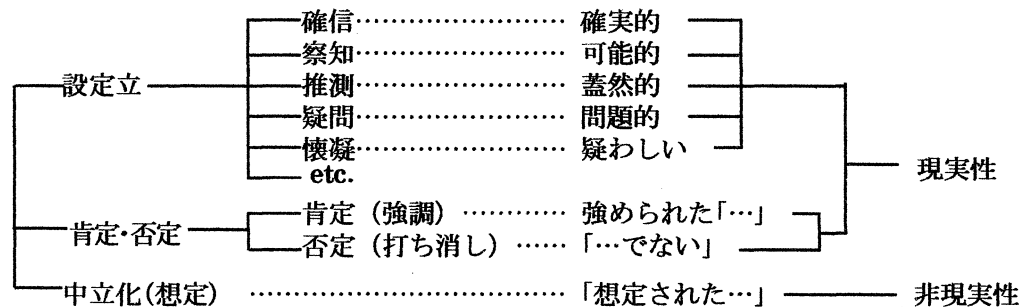
既に知覚の<ノエシス—ノエマ>構造において見た、「意味付与」としてのノエシスと、形成された「意味」としてのノエマは、これのことである。『イデーン』では、「意味」という概念は、広義のノエマと同じことを指すほどに広義で考えられており、そ

の際には、「何であるか」という最も中核的な要素が「意味の核」と呼ばれることになるのである。

この「統握」に際しては、同一の対象を二通りに意味付けることも、逆に二通りの対象に同一の意味付けを与えることも、可能である。例えば、一枚の絵皿を一個の食器と観たり一個の装飾品と観たりするのは前者の例であり、また、宵の明星と明けの明星とを「太陽系第二惑星」として観るのは後者の例である。

「定立」の性格と存在様相

ノエシスというのは、対象を志向する意識の作用を広く指す語であって、いままで見てきたような「意味」を形成・付与する「統握」だけを指すものではない。これから見る「定立」という作用も、ノエシスの重要な作用である。



「設定立」と呼ばれているものの内に分類されているのは、意識の信念作用の基本的な諸形態である。最も強い「確信」——ウアドクサとも呼ばれる——から、信念の強さに従って、図に列举された様々の段階を有つ。それらに相応して、ノエマ側にも、図に列举されたように、確実さの様々な段階が現われる。

「肯定・否定」は、信念の内容と相関的に関わる。

「肯定」は、例えば、「間違いなく……である」と強調する。「否定」は、例えば、「……は確実だとは言えない」という形で信念と関わることも在れば、逆に「……でないことは確実だ」という形で信念と関わることも在る。

以上が、現実の存在——その成否や程度はどうであれ——に関わるのに対して、「中立化」とは、現実の存在には無関心に、単に想定する作用である。

対象の存在様相を意識による定立の諸相に従わせるという考え方は、現象学こそが説得的に取り得るものである。この考え方の中に我々は、「存在する」とは、認識論的には「定立される」ということに他ならない、ということ洞察できるのである。

「定立」Setzung/Thesis とは、存在するものとして「立てる」「置く」という作用である。統握されたノエマの意味に、「存在」に関する契機を付け加えることである。意識は、様々の様相においてこれを行なう。ノエマの方も、単に「何であるか」だけではなく、それが「存在する」とか「存在するかも知れない」とかいった存在様相が付け加わった形で形成されてくる。ノエマの意味にその存在様相が加わったノエマを「命題」Satz と言うのは、「定立された gesetzt 意味」ということを表現したものであろう。

この「定立」作用を、フッサールは細かに分類している。ここでも図を示しておこう。同様に、右側に対応しているのが、定立の諸様相に従って現れてくる存在様相としてのノエマの契機である。

「直観」と充実

第三の成素である「直観」Anschauung というのは、＜何であるか＞と存在様相とが共に規定された「命題」を、「真」なるものとして充実させるように働く意識の作用である。これによって、ノエマの方には「明証性」が現われてきて、直観による充実の強さに応じて、明証性の程度も規定されることになる。例えば、眼の前の花について「ここに赤いバラが在る」という判断を自分の内で（口に出して表現しないまでも）為したとしよう。この認識が、極めて明晰で判明な感覚的な知覚内容によって「充実」されているならば、それは明証的であり「真」なる認識だと言ってよい。しかし、周りが暗くて知覚内容が十分に明晰・判明でないならば、「充実」の程度が弱くて明証性が充分でなく、確実に「真」なる認識だとは言えない、ということになる。

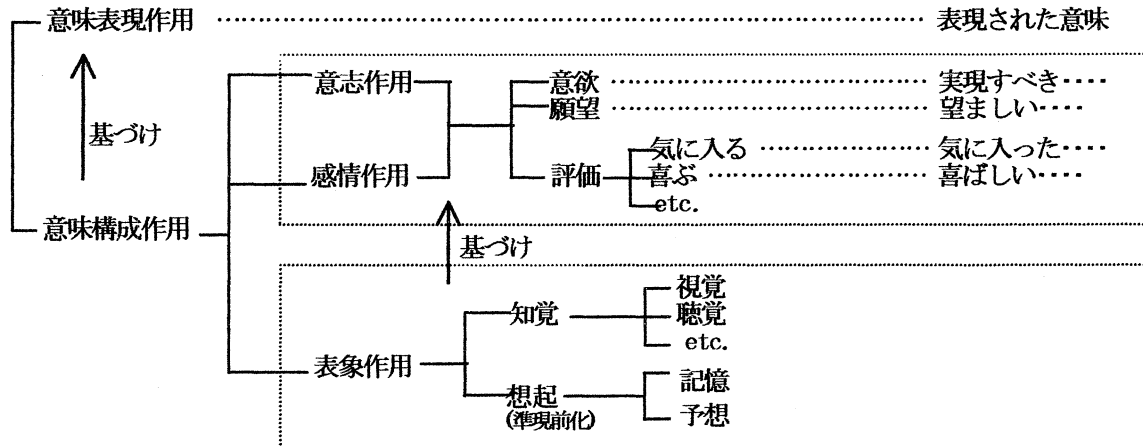
「命題」が「直観」による充実を受けて明証の程度を具えるようになったノエマを、「全きノエマ」という。それは、意識作用が規定し得る限りの形式を規定し尽くした対象である。

なお、この段階の＜ノエシスーノエマ＞関係は、後に見る「真理と明証」の問題に、実質的に関わっている。

作用性格と「基づけ」

これまで我々は、主に知覚という場面を念頭に置いて、フッサールの考え方を見てきた。 フッサール

ル自身、知覚を最も根源的な意識経験として考えている。しかし、究極的にはこの知覚に基礎を置きつつも、さらに彼は様々な意識段階を意識作用の性格に従って区別している。例によって図を示そう。同様に、点線の左側がノエシス、右側がノエマである。



「知覚」は、諸々の物についての実際の認識である。「記憶」の中で過去を志向したり「予想」によって未来を志向する作用が「準現前化」と名付けられるのは、それらが知覚に準ずるような仕方では対象を言わば眼前に立て置く作用だからである。「表象」Vorstellen とは、自分の＜前に立てる＞という作用に他ならない。

表象作用が対象のみに関心が限定されているのに対して、「感情」や「意志」という作用には、意識自身の価値判断が加わってくる。例えば、「この……は美しい」とか「この……を食べたい」とかのようにである。

表象作用にせよ感情・意志作用にせよ、それらは、

自分の内だけで「意味」——広義での——を「構成」している作用である。今度はこれを他者に伝えたいと思えば、この「意味」を「表現」しようとすることになる。

これら三種の作用の間には、先のものが後のものを「基づける」という関係が成立する。表象作用は感情・意志作用を基づけ、意味を構成する作用は意味を表現する作用を基づける。後のものは先のものに「基づけ」られて初めて成立する。しかしまた、その度に新しい性格のノエマの意味と定立様相が加わる。こうして、＜ノエシスーノエマ＞関係の重層的な構造が現われるのである。

5. 真理と明証

『イデーネ』第一巻第四篇には、真理と明証に関わる理論が展開されている。先に触れたように、「直観」による充実、この問題に関わっている。＜ノエシスーノエマ＞分析の「真理」論的な側面として、これを見ていこう。

問題

「真実が存在する」「真に現実的である」「真理である」ということは、現象学的に何を意味するのだろうか？

「判断が客観・対象と一致すること」というのが「真理」の古典的な定義である。しかし、「客観」と言い「対象」と言っても、それは意識の志向によって構成されるものなのだから、この「定義」は何の意味も無い。意識が形成した判断を、意識が形成した客観・対象に対照させているだけのことである。最終的には、「真」は、意識の内部で決着されるしかない。

この問題に対して、フッサールは、「真」とは定立の「明証」性 Evidenz である、と答える。そして、「明証」とは、「命題」が「充実」されているということである。

「明証」の諸区別

この「明証」についてフッサールは、様々な角度から区別している。 レジュメ風にだが、挙げておこう。

○「感性的」直観による明証と「悟性的」直観による明証——前者は、感覚与件を伴う知覚・想起等により「見る」働きによる明証であり、後者は、本質・数学的真理を「洞察」する働きによる明証である。

○「原的」明証と「派生的」明証——前者は、根元的な「なま」の明証（例えば、知覚の際、定理の証明を遂行する際）であり、後者は、想起されたものの明証（例えば、記憶の際、定理を思い出して適用する際）である。

○「実然的」明証と「必当的」明証——前者は、個々の事物に関する明証（例えば、「このバラは赤い」について）であり、後者は、本質に関する明証（例えば、「赤いものは延長を有つ」について）である。

○「十全的」明証と「不十全的」明証——前者は、対象が有する諸規定の全体に関する明証（例えば、「三角形」の諸規定に関して）であり、後者は、対象が有する諸規定中の部分的な明証（例えば、「このバラ」の諸規定に関して）である。 本質認識においては、十全的な明証が可能だが、事物認識においては、現実には常に不十全的な明証にとどまり、十全的な明証は、あくまでも理念であり続ける。

「明証」の段階構造

注意すべきものとして、明証の段階構造ないし重層構造といったものに触れておこう。

第一に、「直接的」明証（それ自身における明証）に対して、このような直接的に明証的なものに根拠付けられた新しい明証——「間接的」明証——というものも成り立つ。 例えば、証明や推論の際の明証や、あいまいな記憶を幾つかの確実な記憶の結合から確実なものとなす際の明証、がそうである。

第二に、「定立性格」との関係について。 既に見たように信念の諸段階が区別されるのに応じて、明証の程度も、一方から他方へ移行し得る。 例えば、或る感覚的直観が、「このバラは赤い」という認識を十分に充実しないが、しかし「このバラは赤いかも知れない」という認識を十分に充実する、という場合のように、強い定立にとって不十分な明証も、弱い定立にとっては十分な明証となり得る、といったことが在る。

第三に、「作用性格」との関係について。 既に見

たように、意識作用には、その性格から区別される幾つかの種類が在り、それらは「基づけ」の重層関係を成していた。 このことに相応して、明証にも重層的な「基づけ」関係が成り立つ。 理論的な領域の内部では、根元的信念（ウアドクサ）の明証が、信念に関する他のあらゆる明証を「基づけ」ており、さらに、理論的明証は、価値的領域における明証や実践的領域における明証を「基づけ」ている。

6. 「還元」

さて、現象学へ入るためには、方法論的に、一定の手続きを経ることが必要となる。 それが、「還元」*Reduktion* と呼ばれる手続きである。 いままで見てきた現象学の内容は、そのすべてが、この「還元」の結果獲得された、意識の在り方ないし存在次元、また探求の方法態度、に立つことを通して、初めて得られたものなのである。 最後にこれを見ることにしよう。

この手続きは『イデーン』第一巻にも記述されているが、用語の混乱を避けるために、14年後に書かれた『ブリタニカ』草稿の記述に従うことにしよう。

「現象学的還元」

現象学は、「事象そのもの」へ至ろうとする学である。 それは、日常生活や諸科学が前提していることらに対して、その根拠そのものを問う、ということでもある。 その方法は、存在するものに対して根底的な仕方であつて、ということの内在する。

幸いにして眼も耳も不自由でなければ、我々は、光や音にあふれた世界の内に生きている。 しかし、意識から離れれば、光は単なる電磁波の一種であつて少しも明るくないし、音は単なる空気の振動であつて少しもうるさくない。 感覚器官というものを生物が有たなければ、宇宙には、光というものも、音というものも、存在する場所が無い。 電磁波が飛び交い、空気は盛んに振動してはいても、そこは闇と静寂の世界である。 このような世界を、我々は、現実的な世界だとは決して考えない。 「意識」と言えば何か主観的であつて現実的でなく、他方、客観的で現実的なものは意識からは独立した世界のことだ、というふうを考えるクセを、我々はもっている。 しかし、我々がよく知っていて、これこそが現実的なものだと考える世界とは、実は、既に意識の内の世界であり、それ自体において存在するであろう「世界」が我々の意識に現われたものなので

ある。

日常生活や諸科学がその存在を前提する対象やその総体としての世界は、意識に対して現われることによって初めて、我々のものとなる。我々は、意識を通してしか、対象や世界に近づくことはできないのである。だから、存在するものに対して、根底的な仕方では近づく方法は、対象が意識に現われる、その現われ方を究明する、ということの内に在る。

対象は、意識がそれに向う——対象を「志向」する——ことを通して、意識に現われる。だから、対象の現われ方を知るということは、意識が対象を志向する仕方の構造を知るということでもある、と言えるのである。

この志向するという意識の性質は、それ自体としては既によく知られた意識の本性である。意識は、普段はいつも、「自然的態度」において、素朴に対象に向い、対象やその総体である世界がそれ自体で存在していると考えている。しかし、対象への志向に没入している限りでは、意識の志向性そのものは把握されない。この状態から意識の方向を変え、対象を志向している意識自身へと意識を向けること、対象から意識自身へと志向を「引き戻す」こと、これが、ここでの「還元」である。

その際には、対象・世界に対して意識が素朴に持っている一般的な存在信念は停止させられる。これが「エポケー」——「判断中止」——と呼ばれるものである。世界がそれ自体で存在するということが、言わばどうしてもよいこととして度外視され、「かっこに入れ」られる。そして、それは同時に、意識がまさに世界から超え出るということである、とも言えるのである。

これによって、対象ないし世界が与えられる場である「意識」という広大な領野が開けてくる。そこは、世界が現われる場である。この現われ——現象——の方から世界に近づくこと、これこそが現象学の課題である。現象学に固有のこの場を開くための還元であるがゆえに、この還元は「現象学還元」と呼ばれる。これを通して、対象ないし世界の在り方を、意識が形成したもの——ノエマないし「意味」——の構造の方から把握・洞察することができるようになるのである。

「形相的還元」

いま見たような仕方では開けてくる＜意識＞という広大な領野を、現象学は、どのような態度で研究すべきであろうか。このことに関わる還元が「形相的還元」である。

現象学の方法は、単に意識に現われる事実を羅列的に記述したりすることでないのはもちろん、いわゆる心理法則のような事実的法則を探究したりすることでもない。意識作用の各種の性質に従って、その一般的な本質形式——「エイドス」すなわち「形相」——を把握すること。具体的に言えば、意識の働き方の一般的な構造——現象学的アプリオリ——を探究すること。これが、現象学の研究態度である。「形相的還元」とは、研究の視方向を、意識の事実性から意識作用の本質的形式へと移行させるということなのである。

既に見た、統握・定立・直観といった志向性の基本要素や、表象・感情・意志・表現といった作用性格の区別とそれらの間の基づけ関係等々に関して、それらの一般的な構造を明らかにすることは、この還元によって獲得される研究態度によって、初めて可能となるのである。

「超越論的還元」

既に見た「現象学的還元」を通して、世界が意識への現象であると把握することによって、私の意識は、世界から超出することになる。しかし今度は、意識を個々の実在のように考えれば、それはまた、意識を世界の内へ再び与え返すことになる。意識は、世界を構成する主観でありながら、しかしまた世界の内に存在する客体となる。

そこで、世界からの超出ということ意識そのものにまで広げれば、意識そのものをも超出しなければならないということになる。このことは、意識の存在性格を、個々の実在的な意識から超越した次元へまで高め上げる、ということの意味する。これを行なうのが「超越論的還元」である。

「ノエマが意識に実的には属さず、志向的にのみ意識に対して存在する」とされたことを、思い出していただきたい。意識が、そのつどの個々の実在的な存在性しか有たないものだとなれば、それが形成したノエマは、その意識の内に「実的」に付着して存在するしかない。そうなれば、意識がノエマとして形成する世界は、そのつどの個々の意識に制約され、言わば恣意的で悪い意味の主観的なものにならざるを得ない。しかし、ノエマは、対象そのものではないから世界に属さないと同時に、そのつどの個々の意識にも属さないとされる。こうして、ノエマは、対象そのものに依存しないと同時に、そのつどの個々の意識をも超えた、「イデア」的な存在性を有つことができるようになる。そして、まさにこのことこそ、「超越論還元」の成果なのであ

る。意識は、この還元を通して、そのつどの個々の意識が有つ制約から超出した次元へ高め上げられている。このような「超越論的」な意識こそ、ノエマが存在する座なのである。

とは言っても、この「超越論的」意識は、個々の意識とは別に、何か「神」のように中空に架かって存在している訳ではない。「人間はそれぞれ超越論的自我を自己の内に有っている」と、フッサールは言う。先の「形相的還元」は、意識作用のアプリオリな構造を把握するための手続きであったが、「超越論的還元」は、今度は、意識そのものを「形相」化する手続きであり、「超越論的」意識は、個々の意識でありながら、それが「形相」化されて捉えられたものだ、と言ってもよいのである。

7. おわりに

以上で、フッサール哲学の中心的な部分は覆ったつもりである。しかし、残された重要な諸問題も多い。最初期の数理哲学は、私の主要な研究領域だが、これには全く触れていない。また、初期から後期へ至る論理学に関する諸研究や、最後期の「生活世界」論についても、全く触れていない。特に、フッサール哲学のアキレス腱とも言える「相互主観性」をめぐる問題には、触れる必要が在ると思いつながら、時間的制約から見送らざるを得なかった。これらの諸問題は、別の機会に譲りたい。

身体メタファーに見る自己理解

橋本 邦彦*¹

The Self- Understanding in Body Metaphors

Kunihiko HASHIMOTO

(論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

The purpose of this paper is to clarify how we experience and understand ourselves by investigating the conventional metaphors in English which use words referring to parts of the body. The consideration indicates that a certain number of conceptual metaphors, which manipulate conceptualizations in cognition, work on various body-part metaphors as their frameworks.

Keywords: Metaphor, Metonymy, Body Parts, Conceptual Metaphors, Conceptualization

1 身体的経験と慣用メタファー

私たちは漠然と心(mind)は身体(body)よりも優れていると考えがちである。哲学の伝統的な心身問題では、心は感じたり考えたりする心的過程を内的に意識するのに比べ、身体は科学的法則に従って機械論的に説明できる物質世界に属するものとして扱っている。この考え方は、フランスの哲学者デカルト(René Descartes, 1596-1650)の心身二元論(mind-body dualism)から深い影響を受けている。

デカルトは世界の一切を疑う「誇張懷疑」の果てに、懷疑の根底に横たわる自己と出会う。⁽¹⁾「我思う、ゆえに我あり(cogito, ergo sum)」という有名な言葉は、あらゆる物質性から独立した存在

である「私」という自己の存在を高らかに謳いあげている。一方、身体はと言えば、延長という本質を備えた機械的な物体にすぎないのである。

考える実体としての心は物体としての身体を支配し思うままに操作するが、身体は心に対して積極的な働きかけをすることができない。心と身体この一方向性こそ、デカルトの思想の特徴であると同時に限界でもあるのだ。

心さえあれば身体は不要なのだろうか。身体は心の従属物にすぎないのだろうか。この間にはっきり「否」と答えたのは、ダマシオである。⁽²⁾ダマシオは、病徴不覚症患者が自分の置かれている状況全体に対し関心を示さず、表にあらわす情動もなく、問うとわかる感情ももたない事実気づいた。自己イメージが著しく弱いのである。⁽³⁾ダマシオは病徴不覚症患者の特異な症例から、「からだがあれば心もない」という結論を引き出す。有機体としての人間は、全体として、身体と脳と

*1 共通講座

の活動によって自己を構築するというのである。デカルトの考えるような、疑いを通しての捨象の後に残る、単一で不動のア・プリオリな自己など存在しないのである。まず、身体と脳が見える実体として存在し、両者の多様な相互作用によって機能的に構築されていくところに、自己の真の姿があるといっている。

心に対する身体の重要性は、ピアジェでも指摘されている。⁽⁴⁾ ピアジェによると、生後18ヶ月までの幼児は、思考を構築していく過程で、空間領域やその他の知覚領域において、すべてのものを自分の身体に関係付ける。身体があつて、考える自己が確立されていくのである。

デカルト以来の心と身体とを別個の実体として分け、心の身体に対する優位性を主張する考え方は、脳科学、心理学などの分野から否定されつつある。むしろ、心と身体は分離不可能な一つのものであり、心こそ脳を含む身体の働きによって生まれる機能実体であるとするのが真実に近いように思われる。

身体的経験が言語能力の発達と表現形式に決定的な影響を及ぼすと仮定するのが、1970年代後半より台頭してきた認知言語学(cognitive linguistics)の立場である。⁽⁵⁾ なるほど、言語能力は遺伝子に組み込まれ、脳の特定領域を占める生得的な能力ではあるが、それが健全に働くためには、身体的経験に根ざした情報が必要不可欠である。私たちが世界をどのようなものとして認識しているのかを反映する形で、言語能力は形成されていくのである。

日常の身体的経験をいかに取り込み認知処理しているかを指し示す言語表現にメタファーがある。メタファーは、佐藤(1978)が規定するように、「ある物事の名称を、それと似ている別の物事を表すために流用する表現法」で、伝統的にはレトリック(修辞法)の技法の一つと考えられてきた。⁽⁶⁾ レイコフ&ジョンソン(1980)は日常用いられる慣用メタファー、たとえば、「議論を粉碎する、議論に勝つ、議論を撃破する」の動詞部分は、具体的行為の世界の経験が思考の世界に投影されて新たな概念構造を作り上げた結果をあらわすと述べている。⁽⁷⁾ 彼らは数多くの慣用メタファーの根底に同様の原理が働いている事実を突き止め、メタファーの本質を「ある事柄を他の事柄を通して理解し、経験すること」と定義する。⁽⁸⁾

メタファーが心の思考プロセスの中枢を形作る

のだとしたら、身体部位を用いた慣用メタファーを分析する作業から、人間が自らをいかに経験し理解しているのかが明らかにできるのではないだろうか。

以下で、主に、英語の身体部位に関わる慣用メタファーを取り上げ、一見、多種多様に見える表現の根底には、限られた数の概念化が働いている事実を明らかにし、それに基づいて、人間の自己理解の実相に迫ってみたい。

2 英語の身体メタファーの考察

身体のイメージは、一般に、垂直の姿勢である。上から、頭、首、肩、胸、背、腕、足がある。頭には、顔、目、耳、鼻、口がある。身体は、もちろん、見える部位にとどまらない。脳、内臓、血管など見えない部位も身体構成上重要である。本稿では、紙幅の都合により、可視的な主要部位のメタファーに絞って論じていく。

2.1 からだ/肉体(body/flesh)

プラトン以来、身体は魂を閉じ込める容器と考えられてきた: THE BODY/FLESH IS A CONTAINER.

- (1) He just lives to scrape enough to keep his soul in his body.

「彼は生きるのに(からだの中に魂をとどめておくのに) やっと足りるほどの金をかせぐために生きている。」

身体に入っているのは魂だけではない。(2a)の感覚(feeling)や(2b)のとげ(thorn)の場合もある。

- (2) a. I don't have the feeling for Central Asian music in my body.

「中央アジアの音楽は私の肌に合わない。」

- b. You can imagine what a thorn in the flesh, I am to him. <T: 98>⁽⁹⁾

「私が彼にとってどんな悩みの種だか想像できるでしょう。」

身体は個々の部位が集まって一緒に働くので、特定の仕事を協同行うグループや組織に見立てられる。これは機能に着目したメトニミーである: THE BODY/FLESH STANDS FOR AN ORGANIZATION.
(10)

- (3) He has set up a body called the Security Council. <D:1>

「彼は安全保障理事会という組織を設立した。」

2.2 皮膚(skin)

身体を覆う皮膚は、包み込むものとして、容器のイメージをもつ：THE SKIN IS A CONTAINER.

- (4) This made them all jump out of their skins with fright.

「これには全員びっくり仰天した（皮膚の中から飛び出た）。」

皮膚は身体を保護するので、大切に守るべき貴重品である：THE SKIN IS A VALUABLE POSSESSION.

- (5) You always try to save your skin at other people' s expense.

「君はいつだって他の人を犠牲にしてわが身を救おうとする。」

2.3 頭(head)

頭は身体が一番上にあり、脳、目、耳、口のような大切な認知器官を含んでいる。それゆえ、機能に着目すると、グループや組織を率いる人、あるいは、思考の働きをメトニミー的に表す：THE HEAD STANDS FOR A LEADER/THOUGHT.

- (6) a. There were several international meetings with heads of state in Kyoto.

「京都で国家首脳たちとの国際会議がいくつかあった。」

- b. I have no head for figures.

「私は数字に弱い。」

頭は容器に見立てられる：THE HEAD IS A CONTAINER.

- (7) Brendan is very good at carrying numbers in his head. (CIDE)

「ブレンダンには数字を記憶するのが大得意です。」

頭は取り外しのできる所有物である：THE HEAD IS A DETACHABLE POSSESSION. 過度の働きかけがあれば(8a)のようにはずれてしまうし、しっかり締め付けてあれば(8b)のように正しい判断ができる。

- (8) a. The dog barked at us his head off.

「その犬は私たちに激しく（頭がとれるほど）吠えた。」

- b. She' s got her head screwed on the right way.

「彼女は分別がある（頭をしっかりとねじで締め付けている）。」

同様の理解の仕方で、頭は貴重な所有物である：THE HEAD IS A VALUABLE POSSESSION. ちゃんと保持していればあわてないが、失くしてしまうとあ

わてる結果になる。

- (9) a. Tuppence, though utterly taken aback, nevertheless, kept her head. <T: 164>

「タプンスはすっかり不意を打たれたが、それでもあわてなかった。」

- b. Even though they were under threat, they didn' t lose their heads. <CIDE>

「たとえ脅されていても、彼らはあわてなかった。」

頭は出発したり到着したりする場所として捉えられる：THE HEAD IS A LOCATION.

- (10) a. The gin all the guests had drunk went their heads.

「飲んだジンにお客はみな酔っ払った。」

- b. I' m going off my head for someone to talk to in this place. <T: 157>

「ここにいて、誰か話し相手が欲しくて、私は気が狂いそうです。」

(10a)のジンは頭という場所に到達することで人を酔わせ、(10b)の私は自分の頭という場所から立ち去ることで、気が狂ってしまうのである。

2.4 顔(face)

顔は様々な形（表情）に加工して身に付けるものである：THE FACE IS AN OBJECT TO PUT ON.

- (11) a. He did his best to put on a brave face.

<D: 3>

「彼は平気だという顔をしようとした。」

- b. She wore a long face when she learned the bad result.

「悪い結果を知って彼女は失望の表情を浮かべた。」

(11a)では「勇敢な顔」を、(11b)では「長い顔」を、それぞれ身に付けている。

顔はまた大切な所有物である：THE FACE IS A VALUABLE POSSESSION.

- (12) a. They ran away from the problem, hoping it will disappear of its own accord, lying to save face. <D: 2>

「彼らはその問題から逃げ、一人で解消するものと願い、必死に体面を取り繕おうとする。」

- b. He thinks he would lose face if he admitted the mistake. <CIDE>

「彼は過ちを認めたら面目を失うだろう。」

2.5 目(eye)

顔の中で一番注意を引くのは、目である。英語にとどまらず、どの言語でも目に関する慣用メタファーは数多くある。⁽¹¹⁾ これは、周囲の世界の対象物を見たり判断したりする目の機能が、知覚認知の中核を占めると考えられるからであろう。

(12)

目は容器としてイメージ化できる：THE EYE IS A CONTAINER.

(13) a. I could see the fear in his eyes.

「私は彼の目の中に恐怖心を見ることができた。」

b. She couldn't get the fear out of her eyes.

「彼女は目から恐怖を取り去ることができなかった。」〈Lakoff & Johnson 1980: 50〉

容器に入り口だけでなく出口も付けると、導管になる：THE EYE IS A CONDUIT.

(14) You see London through the eyes of a tourist. 〈D: 3〉

「観光客の目でロンドンを見なさい。」

(14)は視線が目という導管をくぐり抜けて対象に向かうイメージである。

目は着脱可能な対象物である：THE EYE IS A DETACHABLE OBJECT. これは、視線が注がれることができることを表すメトニミーに支えられている：THE EYE STANDS FOR SEEING.

(15) a. Keep an eye on that woman.

「その女を監視していなさい。」

b. I can't take my eyes off that woman.

「私はその女から目を離すことができない。」

目は移動する対象物である：THE EYE IS A MOVABLE OBJECT.

(16) a. She never moves her eyes from his face.

「彼女は彼の顔から目をそむけなかった(彼の顔から目を移動させなかった)。」

b. She ran her eyes over everything in the room. 〈Lakoff & Johnson 1980: 50〉

「彼女は部屋中のあらゆるものに目を走らせた。」

移動する目は、経験、知識を積んで評価したり、判定したりする能力を養う生き物として理解される：THE EYE IS A CREATURE.

(17) It takes looking at a lot of good works to develop an eye for paintings.

「絵画に対する確かな目を養うには、良い作品をたくさん見ることだ。」

目は、事態が向かうべき場所である：THE EYE IS A LOCATION TO HEAD FOR. 事態が目飛びつければ視野に入り、一目瞭然のものとなる。

(18) The true explanation leapt to the eye, didn't it?

「本当の説明はすぐにわかったんじゃないかったの。」

2.6 耳(ear)

聴覚は視覚と並ぶ際立った知覚である。言葉や音を聞くことで、事態を把握し、推論したり判断したりし、その結果、理解へと至る。耳は聴覚を司る器官なので、聞くことのメトニミーになる：THE EAR STANDS FOR LISTENING.

(19) I' m all ears- tell us what they had to say.

〈CIDE〉

「私はちゃんと聞いているよ。彼らが言わなければならなかったことを話してくれ。」

耳は容器で、その中に入ってくれば聞けるが、出て行けば聞こえなくなる：

THE EAR IS A CONTAINER.

(20) If I have to listen to something I don't understand, it just goes in one ear and out the other.

「理解できないことを聞かねばならないのなら、片方の耳に入って、もう片方の耳から出て行くばかりだ。」

(19)、(20)の根底には、〈聞くことは理解すること(LISTENING IS UNDERSTANDING)〉という概念化が働いている。

耳は或るものがよって立つ場所である：THE EAR IS A LOCATION.

(21) The latest album of *The BEE GEES* set the music world on its ear.

「ビージーズの最新のアルバムは音楽界を仰天させた。」

耳はまた所有物でもある：

THE EAR IS A POSSESSION. その質が良ければすぐれた能力を保証できるが、悪ければなす術がない。

(22) a. He has always had a good ear for a tune.

〈D: 6〉

「彼はいつでもメロディーを聞き分けることができる(良い耳を持っている)。」

b. He will turn a deaf ear to my appeal.

「彼は私の訴えに少しも耳を貸そうとは

しない（つんぼの耳を向けてくる）。」

2.7 鼻(nose)

鼻は嗅覚を司る器官である。これを持っていると、秘密などを本能的に嗅ぎつけるのがうまくなるし、持っていないと、発見したり見つけたりすることが困難になる：THE NOSE IS A POSSESSION.

(23) a. He had a nose for trouble and a brilliant tactical mind. <D: 5>

「彼は面倒事をよく嗅ぎつけ、すばらしい駆け引きができた。」

b. He has no nose for direction.

「彼は方向音痴だ。」

(23)には、メトニミー<鼻でにおいを嗅ぐことを表す(THE NOSE STANDS FOR SMELLING)>も働いている。

鼻を機能ではなく形状から見れば、顔の平面に突き出した棒状の物体である。これが、或る事態に突き刺されば「干渉したり、口出ししたり」することになるし、外に出したままでいれば「干渉せず、口出ししない」ことになる：

THE NOSE IS A PROJECTING OBJECT.

(24) a. You always poke your nose into her affair.

「あなたはいつだって彼女のことに口出ししてくる。」

b. I want you to keep your nose out of it.

「私はそれに口出ししないでもらいたい。」

鼻は両端に穴の開いた導管と考えられる：

THE NOSE IS A CONDUIT.

(25) She paid through the nose for these jewels.

「彼女はこの宝石に目の玉の飛び出るほど金を支払った(鼻を通り抜けて払った)。」

鼻は突き出ている目印となりやすいので、物事を見たり判断したりする際の基準点になる：THE NOSE IS A REFERENCE POINT. 基準点は、場所の一種とも言えよう。

(26) a. Most politicians cannot see beyond the end of their noses.

「たいていの政治家たちは先を見通すことができない(鼻の端の向こうを見ることができない)。」

b. All my friends used to look down their noses at me in my childhood.

「子供時代に、友人たちはみな私を見下していた。」

2.8 口(mouth)

口は機能の点から話すことと結びつく。

(27) She had a big mouth.

「彼女はおしゃべりである。」

(27)は、THE MOUTH STANDS FOR SPEAKINGというメトニミーとTHE MOUTH IS A POSSESSIONという概念メタファーに支えられている。

口は食物を摂取する形状から、容器になぞらえられる：THE MOUTH IS A CONTAINER.

(28) a. You took the words out of my mouth.

<T: 211>

「きみはぼくの言おうとしていたことを先に言った(ぼくの口から言葉を奪った)。」

b. What's the matter? You look down in the mouth.

「どうしたの。がっかりしているみたいだね(口の中を下降して)。」

モンゴル語にも似た表現がある。

(29) Dorzh tednij am-iyg tagl-

ドルジ：[主格] 彼らの 口-[対格] ふたを

aad butsaa-zhee.

する-[完了連結] 戻す-[完了過去]

「ドルジは彼らに口止めさせて(口にふたをして)戻した。」

2.9 舌(tongue)

舌は発声器官である。これを所有していれば、(30a)の「おしゃべり」を意味し、失くした後見つければ、(30b)のように再びしゃべれるようになる。ただし、(30c)のように失くすと、しゃべられなくなる：THE TONGUE IS A VALUABLE POSSESSION.

(30) a. His wife has a tongue on her.

「彼の女房はおしゃべりだ。」

b. I found my tongue.

「私はやっと口がきけるようになった。」

c. The girl has lost her tongue because of a terrible shock.

「少女はひどいショックで口がきけなくなってしまった。」

舌は、時として危険なものになる：THE TONGUE IS A DANGEROUS OBJECT.

(31) a. Watch your tongue!

「口に気をつけなさい。」

b. He gave tongue, his voice sharp and anguished. <T: 290>

「彼はかん高い苦しげな声でわめいた。」

危険だから、(31a)のように見張ったり (watch) しなければならない一方、(31b)のように与える (give) と取り返しのつかないことになる。

舌は絶えず動く生き物である：THE TONGUE IS A CREATURE. それを黙らせるには「おさえこんでおく (32a)」し、しゃべらせるには「解き放つ (32b)」必要がある。

(32) a. Hold your tongue!

「だまれ。」

b. The wine loosened his tongue.

「ワインの酔いがまわって、彼はべらべらしゃべり出した。」

2.10 首 (neck)

首はある程度の長さがあり、頭を前後左右に動かせるため、可動性がある。この身体経験から、首は変形するものであるというメタファーが生じる：THE NECK IS A FLEXIBLE OBJECT. (33a)では首は何かに向かってつきだして (stick out) いるし、(33b)では長く伸ばして (crane) いる。

(33) a. I want you not to stick your neck out in getting involved with the cult.

「きみにカルト集団とかかわり合いになって危ない目にあって欲しくないんだ。」

b. Here's the letter I have been craning my neck for. <T: 221>

「首を長くして待っていた手紙が来た。」

首は何かよくないものを入れる容器である：THE NECK IS A CONTAINER. (34a)では痛み (a pain) が入っており、(34b)では特定されない悪いこと (it) が中に入れられる。

(34) a. That child is a pain in the neck. <CIDE>

「その子はうるさい。」

b. I wish I'd been the one to get it in the neck. <T: 222>

「罰を受けるのが私だったらよかったのに。」

2.11 肩 (shoulder)/胸 (chest, breast)/背 (back)

肩、胸、背は、人間の上半身を構成する主要な部位である。それらは、否定的なものを取り除いたり、反対に、やっかいなものを置く場所として捉えられる：THE SHOULDER/CHEST/BACK IS A LOCATION.

(35) a. I got the secret off my chest.

「私は秘密を打ち明けてさっぱりした。」

b. They don't want us to get off their backs on sexual harassment.

「彼らはセクハラのことと私たちにとやかく言って欲しくないんだ。」

c. The hopes of the nation are on his shoulders. <D: 7>

「国民の希望は彼の双肩にかかっている。」

背は移動する対象物である：THE BACK IS A MOVABLE OBJECT. 本来相手の裏側の目に触れられない背を見える位置に移動させると、その相手を見捨てる意味になる。

(36) I will never turn my back on my friends.

「私は決して友に背を向けたりしない。」

胸は新たに作る容器であって、汚れがなければ隠し立てできるものは入っておらず、「すっかり打ち明けて話す」結果になる：THE BREAST IS A NEWLY-MADE CONTAINER.

(37) When he was shown proof that he stole the money, he made a clean breast of it.

「金を盗んだことの証拠を見せられて、彼はすっかり白状した。」

2.12 手 (hand)

英語では手 (hand) は手首から先の部分を指示し、技量 (skill) とか手並み (style of workmanship) などの機能をクローズアップさせる：

THE HAND STANDS FOR A SKILL.

(38) I'm trying my hand at translating a novel.

「私は試しに小説の翻訳をやってみるつもりです。」

手は可動性に富み、貸したり、与えたり、回したりできる：THE HAND IS A MOVABLE OBJECT.

(39) a. He gave me a hand in doing my homework.

「彼は私の宿題をするのを手伝ってくれた。」

b. I took an active hand in this project.

「私はこのプロジェクトに積極的に関わった。」

c. She can turn her hand to many new things.

「彼女はたくさんの新しいことにとりかかすることができます。」

(39a)では手を誰かに与えることが「手伝う」ことになり、(39b)では何かに手を入れてあげることが「関わる」ことになり、(39c)では何かに手を回すことが「着手する」ことになる。

可動性のある手が一つところにとどまって状態

化すると、所有物と見なされるようになる：

THE HAND IS A POSSESSION.

- (40) The president has accused these people of having a hand in the killing. <D: 10>

「大統領はその連中を殺人に関与したとして告発した。」

手は広げた形から、何かを置く場所になぞらえられる：THE HAND IS A LOCATION.

- (41) During long hours when Paul was at the Courtauld [Institute] or the British Museum Dora found time on her hands. <T: 136>

「ポールがクールト研究所かブリティッシュ・ミュージアムに出かけている長時間のあいだ、ドーラは時間をもてあましていた（手の上で時間を見つけた）。」

手は指を曲げてくぼみを作ると、三次元的な容器になる：THE HAND IS A CONTAINER.

- (42) a. I took my courage in both hands.
「私は思い切ってやってみた（両手の中に勇気を収めた）。」
b. You shouldn't take the law into your own hands.
「あなたは勝手に私的制裁を加える（法律をあなた自身の手の中へ引き入れる）べきではない。」
c. The demonstration against the government was gradually getting out of hand.
「反政府デモはしだいに手に負えなく（手から出て）なってきた。」

(42a)では容器の中にある状態、(42b)では容器の中へ入る状況、(42c)では容器の中から出る状況を、各々、表している。

2.13 足(leg, foot)

英語では、腿からくるぶしまでをleg、くるぶし以下をfootと呼ぶ。ちなみに、日本語では、両者をあわせて「足」と言う。足は身体を支える働きから、なくてはならない所有物と受け取られる：THE FOOT/LEG STANDS FOR SUPPORTING; THE FOOT/LEG IS A VALUABLE POSSESSION.

- (43) a. I think you've got your feet on the ground. (T: 108)

「あなたは足が地についた考えもできると私は思っている。」

- b. You have no leg to stand on.

「あなたには弁解の余地がありません

(立つべき足をもっていない)。」

- c. We have to find our feet somewhere as soon as possible.

「私たちはできるだけ早くどこかに落ち着かなければ（足を見つける）ならない。」

モンゴル語には所有物の足をなくすと、地に足がつかないほど高揚した気分になるメタファー表現がある。

- (44) Naiz-aa üz-eed ter xöl
友人-[再帰] 会う-[完了連結] 彼は 足
ald-a-zh baj-na. ⁽¹³⁾
失う-[挿入]-[未完了連結] いる-[現在]

「友人に会って、彼はルンルン気分である。」

この所有物は、見つけたり、失くしたりできるのだから、可動物である：THE FOOT/LEG IS A MOVABLE OBJECT. (45a)のように前方へ置いたり、(45b)のように上方へ上げたり、(45c)のように下方へ下ろしたり、(45d)のように引っ張ったりできる。

- (45) a. Put your best foot forward, and you can overcome your problems.
「全力をつくしなさい。そうすれば、問題を克服できるよ。」
b. My room isn't really a suitable place to just put your feet up and read.
<T: 113>
「私の部屋は、くつろいで読書するのは実のところふさわしくない。」
c. I put my foot down when she started to smoke again.
「彼女が再びタバコを吸い出したとき、私は断固とした態度に出た。」
d. They always pull your leg.
「彼らはいつだってきみをからかうんだ。」

3 概念メタファーと身体としての自己理解

一見多様に見える英語の身体部位を用いた慣用メタファーは、実は、限られた数の概念メタファー(conceptual metaphors)に基づいて体系的に生成されていることがわかる。概念メタファーは、概念に一定の構造を与えるのだから、私たちが自らの身体部位をどのように概念化し、認知しているかを知る重要な手がかりを提供してくれる。

第2節で観察した身体部位に関するメタファーから、次のような共通する概念メタファーを検出

することができる。

(46) 英語の身体部位慣用メタファーの生成に関わる概念メタファー

- a. 容器 (10 部位) : 身体、皮膚、頭、目、
耳、鼻、口、首、胸、手
- b. 所有物 (8 部位) : 皮膚、頭、顔、耳、
鼻、舌、手、足
- c. 可動物 (6 部位) : 頭、目、首、背、手、
足
- d. 場所 (5 部位) : 頭、目、耳、鼻、手
- e. 生き物 (2 部位) : 目、舌
- f. その他 (各 1 部位)
 - ①リーダー : 頭
 - ②身に付けるもの : 顔
 - ③突起物 : 鼻
 - ④危険物 : 舌

(46a)の容器が一番多いのは、私たちが日頃、身体部位を三次元的に理解していることを示す。身体全体 (皮膚を含む) だけでなく、上半身を構成する部位に集中している。(46b)の所有物は、大切なもの、貴重なもの、必要不可欠なものとなみなされる。(46c)の可動物は、身体部位の可動性に根ざしている。ただし、着脱可能なもの (頭、目、手) と固定した上で一定の動きをするもの (首、背、手、足) とに分類できよう。この中には、双方に分類できる「手」のような部位もある。(46d)の場所としての概念化は、身体部位を二次元的な平面と捉えていることを示唆する。可動物に生命が吹き込まれると、(46e)の生き物になる。目は中心的な知覚の一つ視覚を司り、舌は言葉をあやつる器官であり、共に自立した実体として意識し易い。(46f)の4つの項も、日常の身体経験から得ることのできる見立てであろう。たとえば、②「身に付けるもの」は、状況に応じて変化する表情と仮面との連想から、④「危険物」は、当該の部位から紡ぎだされる言葉の毒性から、おのおの、概念化できる類のものである。

(46a-f)の概念メタファーをさらに包摂する上位概念メタファーが存在する。それは、<身体部位はものである (EVERY BODY PART IS AN OBJECT)>というメタファーである。心と身体には上下の優劣関係のないことを第1節で指摘したが、心を産み出す身体部位であるはずの脳は、その他の部位を「もの」と見なすことで、自らの優位性を保持しようとしているかのような印象を受ける。そうは言っても、私たちの日常経験では、身体はモノ的な実体、しかも、快・不快などの感覚を備え

たやっかいな実体であることもまた真実なのである。

もう一つ留意すべき点は、各部位の共通項としての概念メタファーには、機能と結び付いたメトニミーが必ず随伴していることである。たとえば、耳は、容器、所有物、場所の概念メタファーによって生成される慣用メタファーをもっているが、これら三つの概念メタファーを横断する形で、<耳は聞くこと/理解することを表す (THE EAR STANDS FOR LISTENING/UNDERSTANDING)>という、機能に焦点を当てたメトニミーが関与しているのである。このように、身体部位の慣用メタファーは、限られた数の概念メタファーを縦糸に、各部位のメトニミーを横糸にして織り上げられた言語作品と言ってもいいだろう

注・引用注

- (1) 『方法序説』『省察』岩波書店、中央公論社、参照。
- (2) アントニオ・R・ダマシオ著、田中三彦訳、『生存する脳～心と脳と身体と神秘～ (原題 Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain)』、(2000)、講談社。
- (3) 病徴不覚症 (anosognosia): 脳卒中や種々の神経学的疾病により、脳の特定領域の損傷で体系的に起こる症状で、身体の実現に関する直接的自覚の欠如を伴う。
- (4) Piaget, J, Problèmes de psychologie génétique, Paris: Denoel/Gonthier, (1972).
- (5) たとえば、Lakoff, George, Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal about the Mind, Chicago: The University of Chicago Press, (1987)を参照のこと。
- (6) 佐藤信夫、『レトリック感覚』、講談社、(1978)。グループ μ、『一般修辞学』、大修館書店、(1981)。
- (7) Lakoff, George, and Mark Johnson, Metaphors We Live By, Chicago: The University of Chicago Press, (1980).
- (8) 慣用メタファーの根底にあって、概念に一定の構造を付与するメタファーを、概念メタファー (conceptual metaphors) と呼ぶ。表記はすべて大文字で表す。
- (9) 例文の引用文献は、次の通りである。
CIDE: Cambridge International Dictionary of English, Cambridge: Cambridge University Press, (1995).
D: Deignan, Alice, English Guides 7: Metaphor, London: Harper Collins Publishers, (1995).
T: 多田幸蔵、『英語イディオム事典[身体句編]』、大修館書店、(1981)。
- (10) たとえば、「風呂をわかす」が実際に意味しているのは、風呂という容器自体ではなく、水 (お湯) という容器の中身である。このように、物事の隣接関係に基づき、ある物事を別の物事で指し示す

比喩をメトニミー(metonymy, 換喩)という。一般に、A STANDS FOR B (e.g. A BATHTUB STANDS FOR (BOILED) WATER)と表記する。

- (11) 橋本邦彦、『『目』のメタファー～日本語とモンゴル語の対照研究～』、表現研究第69号、(1999), p52-60.
Evans, Nicholas, and David Wilkins, "In the Mind's Ear: The Semantic Extensions of Perception," *Language* 76: 3, (2000), p546-592.
- (12) Kövecses, Zoltán, *Emotion Concepts*, Berlin: Springer-Verlag, (1990).
- (13) 英語で miss one's foot 「足を踏みはずす、失脚する」は、否定的な意味で用いられる。

言語における自己

匹田 剛*¹, 塩谷 亨*²

The Self in Language

Go HIKITA and Toru SHIONOYA

(論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

In language, the self typically appears as the speaker. The location of the speaker or the speaker's viewpoint serves as a basis for the distinction between *this* / *that*, *iku* 'go' / *kuru* 'come', and *ageru* 'give' / *kureru* 'give'. These examples illustrate one of the essential roles of the self, as the speaker, in the language system.

Keywords: Language, The self, Speaker, Viewpoint

1 話者

人間にとってもっとも重要な存在は言うまでもなく自己であり、我々は基本的に自己を中心として、即ち自分の視点から世界を眺めている。例えば、感覚器官は全て自分の身体にあり、世界を知覚する際、自分の感覚器官を通してしか感じる事ができない。つまり、ものを見るには自分の目で見るしか方法がないし、音を聞くのも自分の耳で聞く以外の手段はない。我々は常に自己を中心として世界を感じているのである。

テレビで外国の様子が中継されているような場合には一見カメラの視点でものを見ているように考えられるかも知れないが、実際には我々はカメ

ラを通じて送られてきた映像をテレビのブラウン管上に自分の目を通して見ているのであるし、小説や雑誌記事などで他人の目を通じて出来事に触れているような気になっているが、これもやはり他人の目を通じて書かれた文章を自分の目で見ているに過ぎない。

また、仮に複数の人が同じものを同時に見ているような場合でも、それをどう理解し認識するかという点でそれぞれは異なっている。つまり、我々は常に自己の基準に従って相対的に見ているのである。例えば、ある男性の身長が高いか低いかはしばしば人によって判断が異なるものである。この稿の筆者の身長は2人とも174cm程度であるが、これは同世代の日本人としては平均的身長であるので我々の世代からするととりわけ背が高いとは考えられない。その一方で日本人の平均身長が今よりずっと低かった時代に育った我々の親の世代

*1 小樽商科大学言語センター

*2 共通講座

の中には、我々は背が高いと見る人がしばしばいる。将来、日本人の平均身長が今より大幅に高くなった場合、その時代の若い世代から見れば我々は背が低いと思われるのかも知れない。

また、より判断基準が個人にゆだねられている例として、食べ物の好みの問題がある。筆者の一人はセロリが苦手であるが、もう一方にとってこれは大好物である。即ち、一方の基準に従えばセロリは「不味い」ものであると考えられ、もう一方の基準では「美味しい」とみなされる。このようないわゆる「相対的な」概念に関わる判断は原則自己の判断基準によって行われている。このような例は挙げていけばきりが無い。

つまり、我々が感じている世界の中心は常に自己であり、自己の基準で世界を観ているのである。この「自己中心的な世界認識」は言語のしくみにおいてもしばしば反映し、言語というものを考える際にもそれが重要な役割を果たしていると考えなければならない場合が少なくない。

言語による発話行為が行われる場合、絶対に存在しなくてはならない主体が一つだけ存在する。それは話者¹である。聞き手や読み手は場合によっては存在しないこともあり得る。例えば、隣に友人がいてと思って話を続けていて、ふと気付いたら隣に誰もいなくなっていて赤面した経験など多くの人にあるだろうし、また誰にも読まれなように日記帳に鍵をかけたり、著者以外の誰にも読まれることのない学術論文が多数刊行されたりしている。これらはいずれも聞き手や読み手の存在しない発話行為の例である。それに対して、発話行為を行う主体は必ず、何らかの形で存在しなければならない。話者のいない発話行為は絶対に存在しないのである。

従って、その人間のもっとも重要な伝達手段であり思考手段である言語にとって話者は最も大切な言語外現実の一つであることは言うまでもないであろう。

言語において話者の視点で世界を眺めていることが顕著に現れることがしばしばある。そして、そのことが言語の語彙的・文法的構造に大きく影響を与え、その成り立ちに深く関与していることがしばしば見て取れる。ごく当たり前の例をあげれば、親族名称などは話者から見た関係によって名前がつけられていることなどが考えられるだろ

う。例えば、私から見て父である人物は私の母から見れば夫であるし、祖父から見れば息子である。また私の妹は父から見れば娘であり、妹の子供から見れば母である。言語は非常にしばしば話者をその基準点として採用しているのである。親族名称の体系は世界中で様々なバリエーションがあり、まさに言語の相対性、範疇化の多様性を示す例としてしばしば挙げられるものである。例えば、日本語では同じ親から生まれた人を男女と年上・年下に区別し、都合、兄・弟・姉・妹の4つに分類され呼ばれるが、英語では男女のみ区別すればよく、brotherとsisterの2つに分類されればよい。また、平行いとこや交叉いとこ²のように、日本語の母語話者にとってはその概念を理解するだけでも一苦労するような親族名称も世界中には多く見られる。このように非常に豊かな多様性を示す親族名称であっても話者がその基準として採用されているという点は変わらない。これはあくまでも一例であるが、かように言語における基準点としての話者は重要な存在なわけである。

また、言語による話者に対する言及は自己に対する言及に本質的に等しい。即ち、言語における自己を考える場合、それは話者と置き換えることができる。

本稿では言語のあり方・構造に自己がいかに深く関係しているかを見るために、基準点としての、自己、即ち話者が言語の構造に深く関わっている例を見ていきたい。

2 thisとthatなどの指示詞

2.1 英語のthis/thatの区別

基準点として話者の存在が重要な役割を果たしている言語表現の例として最もシンプルなものの一つが英語の指示詞thisとthatの区別である。具体例の第一として、このthisとthatの区別について段階を踏んで分析していくことにする。

ここに鳥好きの少年（便宜上Tonyという名前とする）が一人いるとして、その少年Tonyによる以下の二つの発話を出発点として、thisとthatの区別について分析していく。

(1) I like this bird.

¹ ここでは、話し手、あるいは書き手のことをこう呼ぶことにする。

² 父の兄弟と母の姉妹、即ち親の同性のきょうだいの子供が平行いとこ、父の姉妹と母の兄弟、すなわち親の異性のきょうだいの子供が交叉いとこである。これらが異なる名称を与えられている言語はめずらしくない。

(2) I like that bird.

例(1)は典型的には、目の前、近くにいる鳥に対して述べている場合に用いられる表現であり、例えばTonyの手の上にとまっている鳥について述べる場合などである。一方、例(2)は典型的には離れたところ、遠くにいる鳥に対して述べている場合に用いられる表現であり、例えば、Tonyからちょっと離れたところにある木の枝に止まっている鳥について述べる場合などに使われる。これらの例によるthisとthatの示す範囲の例をそれぞれ図1と図2として図示する。図1、図2において、それぞれthisとthatがどの鳥を指しているのかについてそれぞれ実線の丸で囲んで示した。

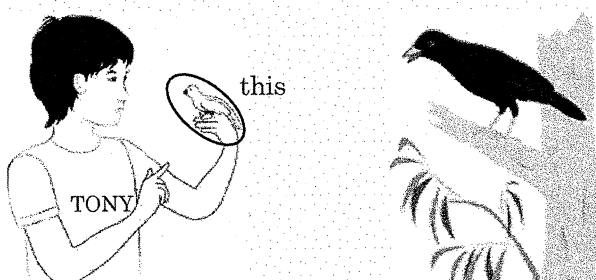


図1 I like this bird.

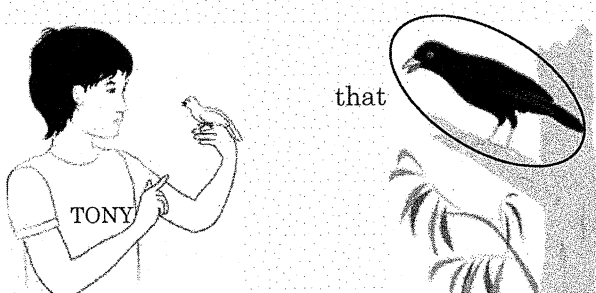


図2 I like that bird.

ここまでの暫定的な分析としてthisとthatの区別は下記のようなになる。

表1 this/thatの区別の暫定的分析

this	目の前、近くにあるもの
that	離れたところ、遠くにあるもの

ここで補足しなければいけないのは、このthis/thatの区別は絶対的なものではないということである。すなわち、どのくらい近くまでがthisの範囲であり、どのくらい遠くからがthatの範囲であると明確な境界線は引くことができない。近い・遠いという判断は主観的なものであるからで

ある。実際、this/thatの区分は相対的なものでもありえる。例えば、上記の例におけるTonyの手の上にいる鳥、Tonyからちょっと離れた所の木にとまっている鳥に加えて、はるか上空を飛行している鳥がいた場合はどうなるであろうか。先の例ではthatで示していたちょっと離れた所の木にとまっている鳥は、はるか上空を飛ぶ鳥に比べてみればずっと近くにあることになる。従って、この場合には手の上の鳥、ちょっと離れた所にある木にとまっている鳥も含めてthis（対象が二つなので複数形のthese）で示し、はるか遠くを飛んでいる鳥をthat（下図では二羽なので複数形のthose）で示すということもあり得る。例えば次のような発話である。

(3) I like these birds, but I don't like those ones.

例文(3)の位置関係を図3に示した。図3において実線の丸はtheseが指すものを、点線の丸はthoseが指すものをそれぞれ囲んで示している。

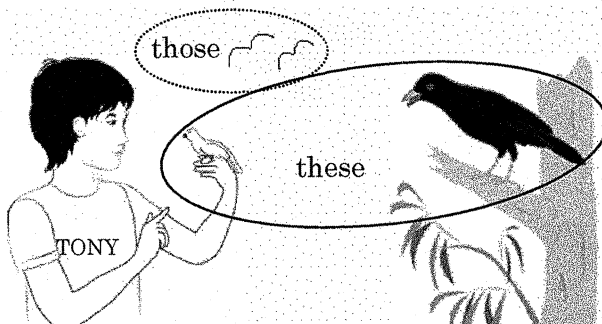


図3 I like these birds, but I don't like those ones.

ところで、表1で示した分析には「近い」、「遠い」という距離の概念が含まれているが、何が鳥までの距離を測る基準点となっているのか。文中で「I」「私」で表されているTonyが基準点となっているということは直感的にわかることであるが、登場人物をもう一人増やして見ることによって、より客観的に示すことが出来る。そこで、Tonyに加えてもう一人の登場人物、Tonyの双子の弟Fredを加えて、二人の人間が関与する場合のthis/thatの区別について見てみることにする。

さすがに双子だけあってFredもTonyと同じく鳥好きであるとするが、双子といえども多少の嗜好の違いはあるものなので、小鳥の趣味に関してはTonyが白い小鳥を好きなのに対しFredは黒い小鳥が好きだということにする。それぞれ自分が好きな種類の小鳥を手の上に乗せて戯れているこ

の二人の兄弟の間でなされた発話として例文(4)の意味を考えてみる。

(4) I like this bird, but I don't like that one.
この文で this と that がそれぞれ白い小鳥と黒い小鳥のどちらを指すのか考えてみたい。答えはこの文が Tony と Fred いずれの口からの発話によるものかによって異なってくる。もし、話し手が Tony であれば this は白い小鳥、that は黒い小鳥のことであり、もし話し手が Fred なら逆に this は黒い小鳥、that は白い小鳥のことである。それぞれの発話の場合の this と that の指すものについて図 4a, b のように表される。

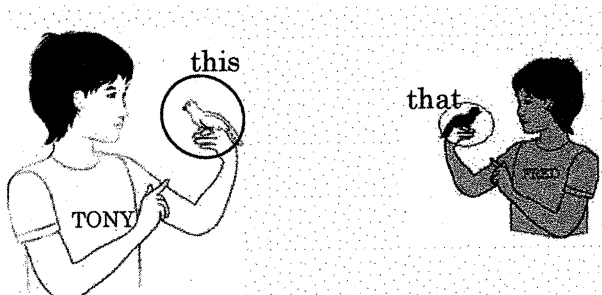


図 4a Tony の発話

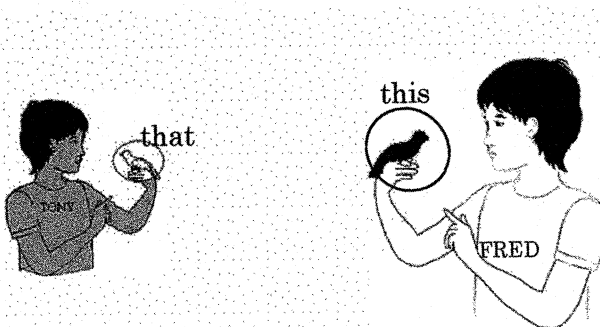


図 4b Fred の発話

これで明らかなように、いずれの場合にも this は発話を行ったもの(話者)の近くのことを指し、that は話者から遠くのことをさしていることがわかる。すなわち、this と that のどちらを使うかを決めるためには、対象物までの距離が問題となるわけであるが、その距離の基準点は話者なのである。これに基づき表 1 の暫定的な分析を修正すると表 2 のようになる。

表 2 this/thatの区別の分析(改訂版)

this	話者の目の前、近くにあるもの
that	話者から離れた所、遠くにあるもの

以上のように、英語の this/that の区別において

は、話者が基準点として重要な役割を占めることが示された。

2. 2 日本語の「これ」「それ」「あれ」

さて、わざわざ最初に日本語ではなく英語の例を持ってきたのは理由がある。英語が this と that の 2 つの区別を行うのに対して、日本語では「これ」、「それ」、「あれ」の 3 つであり³、より複雑なシステムをなしている。そこで、よりシンプルな英語の指示詞の例を先に提示したのである。ここで日本語の指示詞の例を見てみることにする。

英語の this、that と日本語の「これ」「それ」「あれ」は大まかに表 3 のように対応する

表 3 this/that と「これ」「それ」「あれ」

英語	日本語
this	これ
that	それ、あれ

英語の this と日本語の「これ」はいずれも話者の近くのことを指すのに用いられるものであり対応している。しかしながら、話者から離れたものを指す場合には英語では that であるのに対し、日本語では「それ」と「あれ」の 2 つが対応している。つまり、日本語では話者から離れたものについて更に 2 つの区別がなされているということである。では、その区別というのがどのようなものであるのかは、次のような例文を考えれば示すことが出来る。

(5) この鳥は好きだが、その鳥は嫌いだ、そしてあの鳥はもっと嫌いだ。

まず、この発話がなされる典型的な状況を図 5 として示した。図 5 中ではこの発話が Tony から Fred に向かってなされた場合に、「この鳥」「その鳥」「あの鳥」がそれぞれどれを指すのか示してある。英語の対応する指示詞も併記した。

図 5 が示すように、日本語では話者に近いものは「これ」で指すが、話者から遠いものについては、二通りあって、(1) 聞き手に近いものは「それ」で、(2) 聞き手にも遠いものについては「あ

³ 実際には、例えば連体詞として用いられる「この」、「その」、「あの」など同系列のバリエーションがいくつか存在するが、ここでは「これ」、「あれ」、「それ」で代表させた。

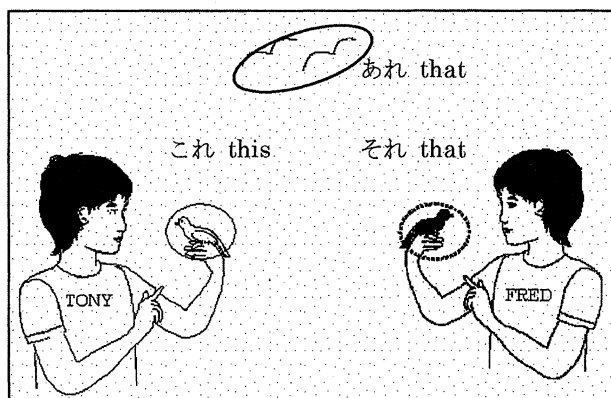


図5 Tonyの発話

れ」で指している。日本語の「これ」「それ」「あれ」の違いについて、英語の this、that と併せて表4のようにまとめられる。

表4 日本語と英語の指示詞

日	英	指す場所
これ	this	話者から近いところ
それ	that	話者から遠く、聞き手に近いところ
あれ		話者から遠く、聞き手からも遠いところ

たとえ話者から遠くても、聞き手に近いところであれば、「あれ」ではなく「それ」を使うということである。例えば、図5において、TonyがFredに向かって次のように発話したと仮定しよう。

(6) この鳥は好きだが、あの鳥は嫌いだ。

この場合、「あの鳥」がFredの手の上の黒い小鳥を指すことはなく、TonyからもFredからも遠い所の鳥、即ち図5では上空の鳥、を指す。つまり、日本語では、「それ」と「あれ」は常に明確に区別されなければいけないということである。

3 「あげる」と「くれる」

日本語には譲渡行為を表す動詞が色々あるが、その中に「あげる」と「くれる」がある。この2つの動詞の使い分けに話者の視点が密接に関わっている。以下、具体的な例を見ながらこの違いを概観してみよう。

(7) JohnがMaryにアイスクリームをあげた。

(8) JohnがMaryにアイスクリームをくれた。

これらの例では、「が」格で示される主語であるJohnから「に」格で示される間接目的語であるMaryにアイスクリームが譲渡された点は共通している。

つまり、そもそもJohnが所有していたアイスクリームがこれらの文で示された行為によってMaryに移動したことがどちらの文でも表されているわけである。その点において、これら両者は同じ内容を表していることになる。

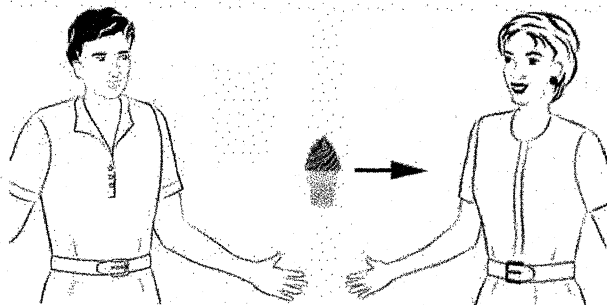


図6 共通する譲渡の方向

では、両者の違いはどのようなものなのであろうか？まず、以下の例を見てみよう⁴。

(9) 私がJohnにアイスクリームをあげた。

(10)*Johnが私にアイスクリームをあげた。

(11)*私がJohnにアイスクリームをくれた。

(12) Johnが私にアイスクリームをくれた。

これらの例を見ると、「私」から「John」に譲渡が行われる場合は「あげる」、「John」から「私」の場合は「くれる」を使うことがわかる。これはとりもなおさず、譲渡が話者から他者に対するものか、他者から話者に対するものかを日本語が区別していると結論づけられよう。ちなみに、「あげる・くれる」の使い分けが具体的な語彙項目によって決まるものではないことは、以下のように他の語彙項目に入れ替えても同様の結果が出ることから明らかである。

(13) 私が/僕が/俺が/自分がJohnに/Maryに/友人に/犬にアイスクリームをあげた。

(14)*私が/僕が/俺が/自分がJohnに/Maryに/友人に/犬にアイスクリームをくれた。

(15)*Johnが/Maryが/友人が/犬が私に/僕に/俺に/自分にアイスクリームをあげた。

(16) Johnが/Maryが/友人が/犬が私に/僕に/俺に/自分にアイスクリームをくれた。

⁴ 「*」(アスタリスク)はその例が非文、すなわち、その言語では認められないものであることを示す。例えば、日本語では以下の(a)は正しい文であるが、(b)は非文である。

(a) これはペンです。

(b)*はこれですペン。

また、「私」や「僕」のようにいわゆる「代名詞」的なもののみならず、以下のように自分の名前や普通名詞を話者を表すのに用いた場合でも同じである。

(花子ちゃんが幼い話者の自称、ちーちゃんはその友達の場合)

(17) 花子ちゃんね、ちーちゃんにプレゼントをあげたの。

(18)*花子ちゃんね、ちーちゃんにプレゼントをくれたの。

(ちーちゃんが幼い話者の自称、花子ちゃんがその友達の場合)

(19)*花子ちゃんね、ちーちゃんにプレゼントをあげたの。

(20) 花子ちゃんね、ちーちゃんにプレゼントをくれたの。

(教師が子供達に対して)

(21) 先生が君たちにいい物をあげよう。

(22)*先生が君たちにいい物をくれよう。

このように主語と間接目的語にどのような語彙項目が来ようとも、「あげる」と「くれる」の使い分けの基準はまさに話者となっており、譲渡の方向性がその基準点を起点としているか終点としているかが区別するポイントとなっていることがわかる。

表5 基準としての話者

あげる	話者が起点
くれる	話者が終点

この問題をさらに深く見てみよう。ここまでの結論は譲渡の方向が話者から他者に向けられているときは「あげる」を用い、他者から話者に向けられているときは「くれる」を用いるというものであった。しかし、ここでの行為の起点と終点は必ずしも話者そのものでなくても構わない。

(23) 私の息子が見知らぬ人にアイスクリームをあげた。

(24)*私の息子が見知らぬ人にアイスクリームをくれた。

(25)*見知らぬ人が私の息子にアイスクリームをあげた。

(26) 見知らぬ人が私の息子にアイスクリームをくれた。

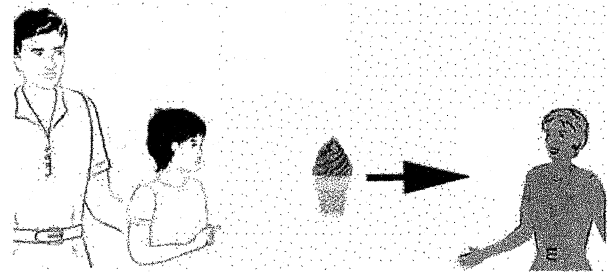


図7 私の息子が「あげた」

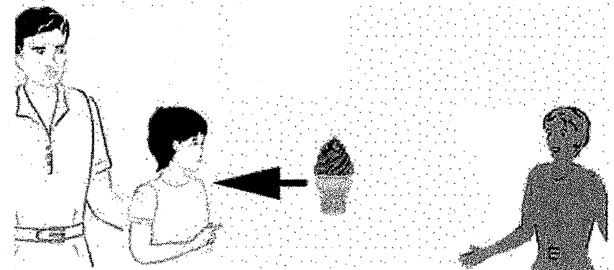


図8 私の息子に「くれた」

以上の例では、話者そのものを表す言葉の代わりに「私の息子」が現れており、譲渡行為の基準点は「私の息子」となっているが、話者そのものを起点または終点とした場合と全く同じ規則性を示している。つまり、話者の領域に属する「私の息子」から「見知らぬ人」へ譲渡が行われた場合は「あげた」が、「見知らぬ人」から「私の息子」に譲渡が向けられた場合は「くれた」が用いられる。言い換えれば、話者の視点はよりあわせ易い「私の息子」に置かれており、よりあわせにくい「見知らぬ人」には置かれていないのである。このことは、以下のように「私の」などの話者の領域に属することを明示的に示す要素がない場合でも同様の振る舞いが見られる。

(27) 妻が上司にネクタイをあげた。

(28)*妻が上司にネクタイをくれた。

(29)*上司が妻にスカーフをあげた。

(30) 上司が妻にスカーフをくれた。

ここでの「妻」とはもちろん、話者にとっての妻である。そして、話者にとって視点をあわせ易い「妻」が基準点となり、基準点から譲渡が行われる場合は「あげた」、基準点に向けて譲渡が行われる場合には「くれた」が用いられなければならないのである。

さて、ここで最初にあげた例文(1)と(2)に戻ろう。

(31) (=7) John が Mary にアイスクリームをあげた。

(32) (=8) John が Mary にアイスクリームをくれた。

これらの例は、一見、どちらも全く同様に可能な

文であるように見える。しかしながら、実際には様々な状況によってどちらか一方のみが可能になるのである。

例えば、John が息子や教え子など話者にとって身近な存在であるのに対して Mary がまだ話者が実際に会ったことのない息子の友人であるような場合なら：

(33) John が Mary にアイスクリームをあげた。

(34)*John が Mary にアイスクリームをくれた。

というように、John から Mary に対して譲渡が行われたと解釈される「あげた」を用いた方が受け入れられる文になるのに対して、逆に Mary が話者の娘や教え子で、John が会ったこともない人物であれば、その受け入れ可能性は全く逆になる。

(35)*John が Mary にアイスクリームをあげた。

(36) John が Mary にアイスクリームをくれた。

つまり、この場合も上で見てきたような場合と同じように、話者にとってその視点をあわせ易い要素はどちらかによって文の容認可能性に違いが出るのである。

さて、それでは、太郎と花子がどちらも同程度に話者にとって身近な関係にある場合はどうであろう。例えば、二人とも同じ程度親しい友人である場合、あるいは、話者が教師で二人ともそのクラスの教え子である場合、等である。このような場合にもやはり、話者にとってどちらがその視点をあわせ易いかによって文の容認可能性が決定づけられていると考えられる。

次のような話を考えてみよう：

太郎と花子は話者にとって同程度親しい友人であるが、その太郎は大学を卒業してすぐにアメリカに留学した。程なくアメリカでの大学を卒業した彼はそのままアメリカの企業に就職。数年後向こうでアメリカ人女性と結婚し、子供を二人もうけた。二人の子供が無事成人して巣立っていったしばらくすると、色々と苦勞をかけた妻は病気になるてしまい、長い闘病生活の末、太郎の献身的な看病もむなしく帰らぬ人となってしまった。太郎は深い悲しみに包まれ、一時は妻を追って自ら命を絶つことすら考えたが、二人の子供達に励まされ、気持ちを整理するために30年ぶりに祖国日本に帰ることを決意した。日本で太郎は学生時代の恋人である花子に思いがけなく再会した。太郎は学生時代二人が好きだった本を今でも大切に持っていたが、その本を花子にプレゼントすることにした。……

さて、そこでこの後文章を続けるとしたら：

(37) 太郎は花子に本をあげた。

(38)*太郎は花子に本をくれた。

というように、「あげた」を使う方を選ぶべきであろう。また、この話の最後の部分だけを少しだけ変えて、失意の太郎を元気づけるために花子が太郎に思い出の本をプレゼントすることにしたのだとすると：

(39)*花子は太郎に本をあげた。

(40) 花子は太郎に本をくれた。

というふうに「くれた」を使うべきだと思われる。つまり、この場合、長い先行文脈の存在によって話者（と読み手）の視点は同程度に親しい二人の友人のうちの一人である太郎にあわせられてしまっている。そのため話者の視点が同一化している太郎から譲渡行為が行われている場合は「あげた」を、花子から太郎に譲渡行為が行われている場合には「くれた」を用いるわけである。

ここまで見てきた「あげる」と「くれる」の使い分けをまとめると以下ようになる。

表6 基準としての話者の視点

あげる	起点に話者の視点
くれる	終点に話者の視点

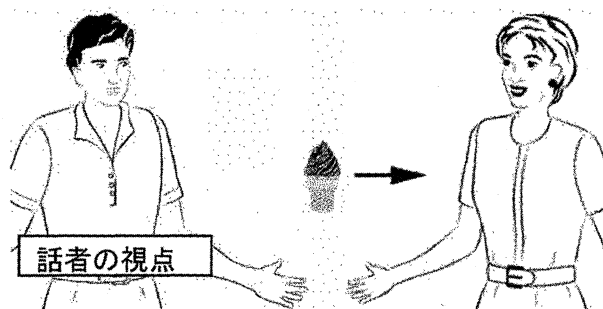


図9 あげる

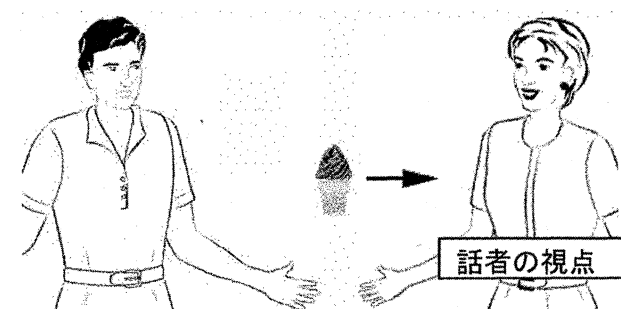


図10 くれる

以上見てきたように、日本語の譲渡を表す動詞「あげる」と「くれる」はどちらも主語から間接目的語に譲渡行為が行われているにもかかわらず、

話者の視点が主語と同一化している場合は「あげる」を、間接目的語に同一化している場合は「くれる」を用いるという規則性に支配されている。このことは日本語において、語法のありかたに話者の存在が大きな意味を持っていることの一例である。

4 「行く」と「来る」

「あげる」と「くれる」の場合と同様に、移動を表す動詞「行く」と「来る」の使い分けについても話者の視点が密接に関係している。

まず、「行く」と「来る」の最も基本的な用法について、図を交えて概観してみる。ここで再び、双子の鳥好き兄弟 Tony と Fred に登場してもらう。ネネという鳥（ハワイ州の州鳥）が Fred から Tony の方へ移動していると仮定しよう。その移動の様子を「行く」と「来る」で表現する場合、その鳥の移動の方向によってどちらを用いるべきかが決まる。

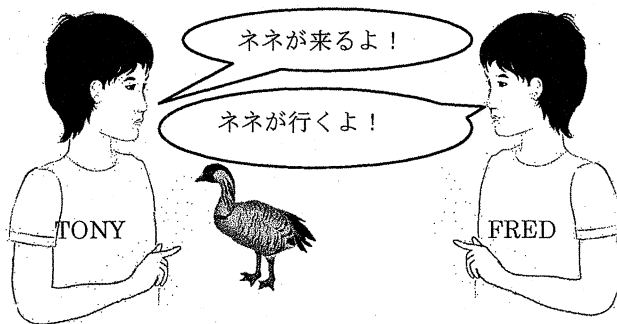


図1.1 「行く」と「来る」(1)

話者へと近づいてくる方向への移動であれば「来る」を、話者から遠ざかっていく方向への移動であれば「行く」を用いる。この「行く」と「来る」の基本的な意味についての暫定的な一般化として表7のようにまとめることにする。

表7 「行く」「来る」の基本的な意味（暫定版）

来る	話者へと近づく方向への移動
行く	話者から遠ざかる方向への移動

しかしながら、実際の「行く」と「来る」の用法は非常に多様である。例えば、移動する主体が第三者ではなく、話し手本人である場合はどうか。双子の鳥好き兄弟 Tony と Fred が少し離

れた木の上にとまっている鳥を二人仲良く眺めていて、もっと良く見ようとその木の方へ Tony が移動する旨を Fred に伝え、それを Fred が了承するという場合を考えてみよう。

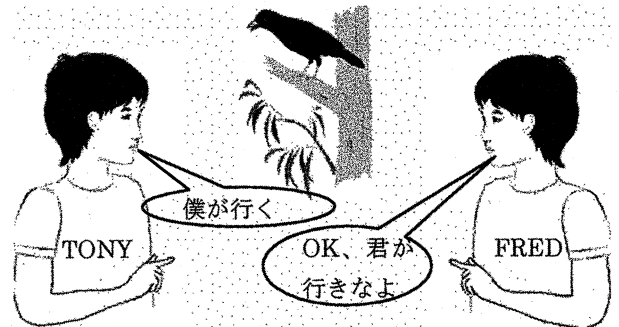


図1.2 「行く」と「来る」(2)

このように、第三者が話者から遠ざかる方向へ移動する場合と同様、現在話者がいる場所から話者自身が離れる場合にも「行く」が使われている。このことから、「行く」の意味は次のように修正される。

表8: 「行く」の基本的な意味(改訂版)

行く	現在話者がいる場所から離れる方向への移動
----	----------------------

ここまでの例をカバーするだけであれば、敢えて話者の視点ということを持ち出さなくとも説明できるかもしれない。しかしながら、この修正によっても説明できない例がまだまだある。

例えば、双子の兄弟 Tony と Fred は別々の家に住んでいて、ある日、道端で出会った二人が、お互いの鳥コレクションを見せ合いしようということで、兄の Tony が自分の家で見せ合いをしようと提案し、それを Fred が了承するというような場合を想定してみよう。

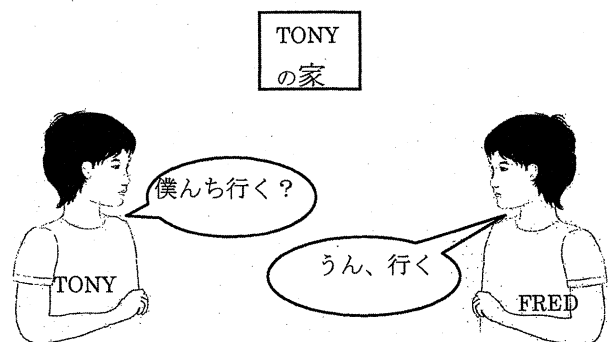


図1.3 「ぼくのうちに行く」

今話をしている道端から TONY の家へ、つまり、話者が現在いる場所から離れる方向への移動を表しているの、図 1 3 の様に TONY と FRED 両者とも「行く」を用いて表すことができる。

しかしながら、Tony としては、図 1 4 のように、もう一つの可能性として、「行く」ではなくて「来る」を用いて表すこともできる。

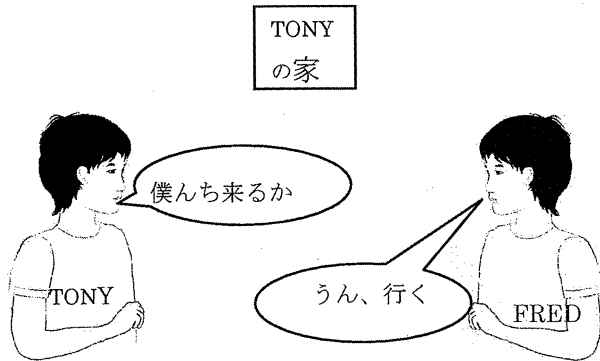


図 1 4 「ぼくのうちに来る」

このように、現在話者がいる場所から離れるという場合でも、話者の家、オフィス、故郷、のように話者の領域への移動の場合には「来る」を使うことも可能である。図 1 4 の例では、Tony にとって自分のうちは当然自分の領域であるので、「来る」が使えるが、Fred にとってはこれはあくまで兄の家であるので、自分の領域とはみなせず、「来る」を使うことができない。では、Tony は「行く」、「来る」の両者を使うことができるわけだが、その違いはいったい何であろうか。これは話者の視点が変わったとして説明することができる。図 1 3 と図 1 4 の例に見られる視点の違いは次のようにまとめられよう。

表 9 図 1 3 と図 1 4 の視点の違い

「来る」を使う場合	話者が自分の領域である家に視点を置いている
「行く」を使う場合	話者が現在自分がいる場所に視点を置いている

上記では、実際には話者が自分の家から離れた場所にいる場合でも、自らの視点をその「自分の家」に置くことがあるという例を示した。

「自分の家」のように話者自身と深い関係に在る自分の領域ではなく、むしろ、自分とは全く関

係のない赤の他人、あるいはその赤の他人の領域に話者が視点を置くこともある。この典型的な例が物語である。以下で、物語の例を用いて話者が物語の中のどこに視点を置くかによって「行く」と「来る」がどのように使い分けられるか見てみよう。

以下の物語 1 と物語 2 は同じ逸話に基づいているが独立した二つの物語であるとする。

物語 1 : ある村に一人のおじいさんが住んでいた。おじいさんは炭焼きで生計を立てていたが、その炭焼きの腕は近くの村々でもたいそうな評判であった。ある日、隣村の田吾作という名前の若者がおじいさんの家に来た/*行つた。若者は炭焼きのコツを伝授してくれるようにおじいさんに頼み込んだ。

物語 2 : ある村に田吾作という若者が住んでいた。彼は炭焼き職人であったが、なかなか満足のいく炭が焼けず、あれこれと思い悩んでいた。ある日、隣村に炭焼き名人のおじいさんが住んでいると聞き、いろいろと知恵を授けてもらおうと早速そのおじいさんの所に*来た/行つた。

これらは物語であり、話者(語り手)は登場人物とは全く関係のない第三者である。全く同じ逸話に基づくものであるが、田吾作のおじいさんのへの移動という同じ事実に関して、物語 1 では「来る」が物語 2 では「行く」が使われている。これを視点の違いということで説明するとどうなるであろうか。

物語 1 では話の中心(おそらく主人公)はおじいさんであり、話者(語り手)の視点もおじいさんの家に置かれているのが自然である。一方、物語 2 では話の中心(おそらく主人公)は田吾作であり、この段では話の主な舞台も田吾作の家だと考えられる。したがって、話者(語り手)の視点も田吾作の家に置かれているのが自然だと思われる。そのようなことから、物語 1 と 2 の例を整理すると表 1 0 のようになる。

表 1 0 : 物語 1 と 2 の視点の違い

物語 1	話者(語り手)の視点はおじいさんの家にあり、そのおじいさんの家に近づく移動なので「来る」
------	--

物語 2	話者(語り手)の視点は田吾作の家にあり、その田吾作の家から遠ざかる移動なので「行く」
------	--

このように、「行く」と「来る」の使い分けに関しては、話者の視点がどこに置かれているかが重要な基準となる例を示した。

ここで、「行く」と「来る」の基本的な意味を更に改訂すると以下ようになる。

表 1 1 「来る」「行く」の基本的な意味

来る	話者が視点としている場所へ近づく方向に移動する
行く	話者が視点を置いている場所から遠ざかる方向へ移動する

5 結び

言語において、自己は典型的には話者として現

れる。本稿では話者としての自己が言語のシステムの中でいかに重要な役割を担っているのかを示す例をいくつか紹介した。第 2 章では英語の this/that と日本語の「これ」/「それ」/「あれ」の使い分けに際して、話者の位置が基準点として働いていることを示した。第 3 章では、日本語の「あげる」と「くれる」の使い分けに際して、話者自身の位置が基準点として働いている場合に加えて、話者自身の位置ではなくとも話者の視点が置かれている位置が基準点として働いている場合を示した。また、第 4 章では、日本語の「行く」と「来る」の区別に際して、やはり「あげる」「くれる」と同様に話者自身或いは話者の視点の位置が基準点として働いている例を示した。いずれの例も、話者即ち自己が言語システムの中で担っている重要な役割の一つ、すなわち、基準点としての自己の役割を示している。

P300から見た自己音声の認識

島田 武^{*1}, 福盛 貴弘^{*2}

P300 Evoked by Recognition of Speaker's Speech Sounds

Takeshi SHIMADA and Takahiro FUKUMORI

(論文受理日 平成14年8月30日)

Abstract

This paper discusses the distinction of the speech sounds of the speaker and the hearer from the speaker's viewpoint. The behavior of P300 shows that hearing the speaker's speech by himself or herself activates his or her brain greater than his or her hearing the hearer's speech and non-linguistic sounds: the prolonged latency and the larger amplitude of voltage of P300 is typical of the recognition of the speaker's speech; the violation of the Japanese phonotactics influences the reduced amplitude of voltage of P300.

Keywords: P300, Speaker's speech sounds, Hearer's speech sounds, Latency, Phonotactics

1 はじめに

人はどのような場合に意識をして音声を聴くのだろうか。意外なことに「音声を聴く」ということを普段から意識することは少ないと思われる。生まれ落ちてすぐに音声を直接浴び、自分でも話せるようになれば、ほとんど無自覚的に音声を聴き、話している。

それでも時々他人の音声に耳を傾けることがあ

る。たとえばボーリング場や工事現場など周りに騒音が充満してお互いの話し声が聞こえないとき、我々は大声を出して喋り、相手の言うことに耳を傾ける。

あるいは携帯電話の通話状態が非常に悪い時、相手がなんと言っているのか必死に聴き取ろうとする。そのようなとき、我々はまさに音声を認識する事に集中している。

では音声認識の仕方は一様なものなのだろうか。少なくとも音声認識の仕方には、以下の2種類があると思われる。

*1 共通講座

*2 筑波大学大学院／日本学術振興会特別研究員

- (1) 聞こえてきた1種類の音声为谁の音声であるかが同定できる。その際には他の音声との比較は行わない。

- (2) 複数の音声を聞いたとき、個々の音声を比較することによって、それぞれどの人の音声であるかが同定できる。

(1)の例としては、掛かってきた電話に出たとき、「もしもし」という音声から発話者を同定する場合がある。この場合には耳に入ってきた音声と聞き手の頭の中にある話し手の音声に関する情報とが照合されている。また(2)の例としては、パーティーなど多数の人間が集まる場所で、聞こえてくる声を頼りに出席者を当てるといった場合が考えられる。この場合には聞こえてくる複数の音声を聞き手がまず異なるものであるということとを判断し、その後それぞれが誰の声であるのかということとを判断している。

では聞こえてきた音声の聞き手自身のものであるとしたらどうであろうか。自分の音声を聞くという行為は通常単独では不可能である。話すという行為に付随して自分の声を聞くことになる。したがって、話すという行為から切り離れた状態で自分の音声を耳にすると違和感を生ずることになる。自分の声を録音したものを聞いたとき、自分の思っている声とは違う声が生じて衝撃を受ける人は多い。

ではその音声は自分のものとして認識されていないのだろうか。可能性としては、次の二つが考えられる。

- (3) 本人の音声として認識しない。
(4) 違和感こそあれ、本人の音声として認識する。

しかしこの違いを直感的に知るのは困難である。

そこで本稿では自己音声と非自己音声の認識について事象関連電位の P300 という成分に基づいて論ずる。この P300 という成分に着目すると音声における自己と非自己の区別がなされているかどうか示すことができる。さらには音声と非音声との区別についても知ることができるのである。以下ではまず脳波について、次に事象関連電位について概観する。

2 脳波

2.1 脳内活動の捉え方

脳内の情報処理過程を探る主要な手段として以下のようなものがある⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。

- (5) 脳電図 (electroencephalogram, EEG) : 脳内の電氣的活動をとらえる
- (6) 脳磁図 (magnetoencephalogram, MEG) : 脳の神経活動により生じる微小磁場を計測する。
- (7) 陽電子放射断層撮影法 (positron emission tomography, PET) : 脳の内部のブドウ糖や酸素の消費量の変化という代謝反応をとらえる。
- (8) 磁気共鳴映像法 (magnetic resonance imaging, MRI), 機能磁気共鳴映像法 (fMRI) : 空間分解能に優れている。
- (9) 光トポグラフィー(optical topography) : 頭皮上から近赤外線を照射し、その反射光を測定して脳内の代謝活動を測定する。

このように脳内の活動を電氣的、磁氣的に捉える方法や、脳内の代謝活動を捉えるものなどがある。この中でもっとも広く使われているものに(1)の脳電図がある。

脳電図は通常は脳波と呼ばれているものを記録したものである。脳波とは脳から生ずる電位変動である。この電位変動は脳内のシナプスが同期して活動する時に発生する電流によって生ずる。

この脳波はその振る舞いによって大きく三つに分類できる。

- (10) α 波, β 波, δ 波, θ 波
(11) 誘発電位
(12) 事象関連電位

まずもっとも馴染みのあると思われる(10)の脳波は、生体リズムを反映していて、外界からの刺激の受容や認知に直接には関わらないものと言われる。何かの作業に集中したり、泥酔したりして、意識の水準が変化すると、振幅が変化する。

次に(11)の誘発電位は刺激の受動的な受容に関

わる脳波である。代表的なものは聴性脳幹反応 (ABR)と呼ばれるものがある (図1)。最近では脳死判定の際にも補助的に使用されることがあるので耳にすることが多くなりつつある。

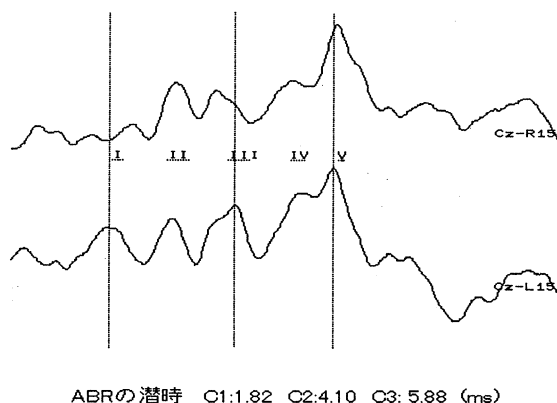


図1：聴性脳幹反応¹⁾

この反応は刺激が入力されてから大体 10ms くらいまでに出現する反応で、内耳から脳幹を経由して聴覚野に至るまでの聴覚性伝導路から生じる電位である。この反応は図1に示されているとおり、刺激入力から 10ms の間に6から7個のピークが生ずる。各ピークの生ずる部位も明らかにされており、臨床的に非常に価値の高いものである⁵⁾。

最後に(12)の事象関連電位(ERP)は外界から受容した刺激に対する能動的な反応である。特に内因性成分と呼ばれるものが重要で、その中には P300、N400、CNV と呼ばれる成分がある。そのほか刺激からの時間遅れ (潜時) によって P1, N1, P2, N2, P3 などと呼ばれる成分があるが、この成分の組み合わせによって音声認知を探ることができる。事象関連電位の見方については次節で述べる。

2.2 事象関連電位

2.2.1 事象関連電位の構成

事象関連電位の各成分は、潜時、つまり刺激呈示後、個々の成分が現れるまでの時間によって区別される。潜時は短い順に番号が振られ、陽性成分 (positive component, P) は P1, P2, P3 …、陰性成分 (negative component, N) は N1, N2, N3 … のように表される。例として N1 は潜時 90-150ms を目安とする陰性波、P2 は潜時 170-260ms を目安

とする陽性波、N2 は潜時 250-300ms を目安とする陰性波をあらわす。これらは長潜時成分と呼ばれるもので、大脳における高次情報処理過程の結果を反映すると考えられている。次の図2は事象関連電位の一例である。

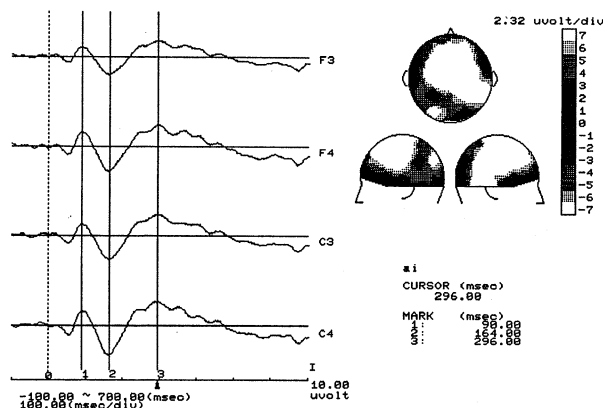


図2：[ai]の事象関連電位

これは被験者に日本語の[ai]という二重母音を聞いてもらったときの反応である。カーソルには前から順に0、1、2、3と番号が振られている。カーソル番号の0は刺激の始まりを示す。カーソル番号の1、2、3はそれぞれ N1、P2、N2 と呼ばれる成分である。このことからすぐに気がつくように、通常は下向きの反応がPつまりプラスの反応として表示され、逆に上向きの反応がNつまりマイナスの反応として表示される。脳波を読みとるときには、このことに注意しなければならない。

事象関連電位には極性や潜時によって P300 や N400 と呼ばれる成分があり、このような成分は特定の認知活動に対応することが知られている。以下ではその中の一つ P300 という成分を見る。この成分を観察することによって自己と非自己の音声の区別ができると思われるからである。

2.2.2 P300

P300 は、複数の異なる刺激 (例：純音とブザー音) を頻度を変えて与えた時、低頻度刺激に注目させると刺激呈示後 300ms 後に出現する陽性電位反応である。この成分はヒトの認知や判断を反映していると考えられている。特に刺激に対して注意を向けたり、複数の刺激の中から特定のものだけを選択させたりすると反応が出現する。例が図3に示されている⁶⁾。

¹⁾ キッセイコムテック社製 EPLYZER に付属していたものを使用した。

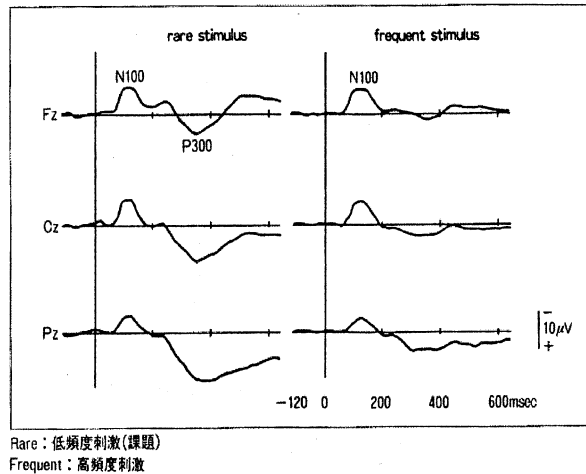


図 3 : P300 の一例

この図の左側が低頻度刺激の反応であり、右側が高頻度刺激の反応である。この両者の違いは、低頻度刺激では、N100 と P300 が主要な構成成分だが、高頻度刺激の場合には N100 と P200 のみが出現する。このことから P300 が出現すればターゲットとなっている刺激を認知していると言えるのである。

そこで本稿では P300 を観察し、自己と非自己の音声の区別を考察したい。

3 実験

3.1 方法

3.1.1 被験者

本実験に協力してくださった被験者は 1 名²⁾、性別は女性、年齢は 25 歳である。

3.1.2 分析資料

刺激音としては[papa]という無意味語を用いた。無意味語を用いたのは、有意味語を用いると音声そのものの認知だけでなく意味の認知に関わる反応が混入することになり、純粋に音声認知を観察することができないためである。この[papa]という無意味語を被験者本人がマイク入力し、A/D 変換によってサンプリングレート 48kHz・ステレオ・16bit の設定で WAV ファイル化したものを用いた。アクセントは平板アクセントである。さらに比較対象として本人録音の[papa]を反転させた

[apap]とヘリウムガスを吸ったときのような声に変形させる処理を施した[papa]を作成した。使用したソフトウェアは Syntrillium 社製の Cool Edit 2000 である。また非標的刺激としての[papa]を福盛が録音した。録音、処理後の音声は、最終的にそれぞれの刺激がランダムに出現するように配列した。出現回数は以下の通りである。

刺激名	回数
papa-self (本人の papa)	20
apap (本人の papa を 反転させたもの)	20
papa-helium (本人の papa にヘリウム フィルタを施したもの)	20
papa-not-self (他者の papa)	140
計	200

表 1 : 刺激音声の種類と回数

個々の標的刺激の割合は 20%となり、もしその標的を自己音声であると認知していれば、P300 が出現すると考えられる。

3.1.3 実験・解析装置

記録装置は、筑波大学人文学類人文社会学系棟 B613 音声実験室に設置された、NEC 社製 BIOTOP6R12 型生体アンプを NEC 社製 PC9821Xv 型コンピュータに接続した装置を用いた（配置は図 4 を参照）。記録ソフトは、キッセイコムテック社製誘発電位研究用ソフト EPLYZER であり、同コンピュータ上で動作させた。記録の際の設定条件は、サンプリングレート 500Hz、プリトリガー 100msec、記録時間を -100~900msec である。解析も同ソフトで行った。

²⁾ 本実験においては被験者は 1 名である。1 名による実験の有効性については、エルゴード性に基にした城生(1997)の見解と城生・福盛(2001)に負うところが大きい⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

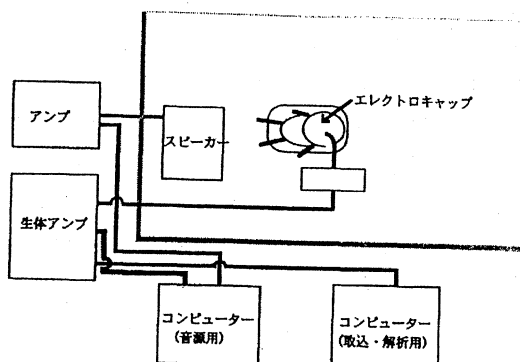


図4：実験装置配置図

電極の配置は国際 10-20 法に基づき、F3、F4、C3、C4、P3、P4、O1、O2、F7、F8、Fz、Cz、Pz、T5の14チャンネルを用いた。電極の装着は Electro-Cap International 社製エレクトロキャップ ECI-2 を被験者の頭部にかぶせて行った。

音源装置は IBM 社製 PS/V Model 2408 型コンピュータを使用した。コンピュータのヘッドホンジャックから、Technics 社製プリアンプ Stereo Flat Preamp Technics70A、同社製アンプ Stereo Power Amplifier Technics60A を介して同社製 2-way Speaker System SB-6000 に接続し、被験者に刺激音を呈示した。標的刺激の出る確率は 20%、呈示間隔は 2.5 秒に設定した。刺激音の再生音圧は 65dBSL である。

3.1.4 実験・解析の手順

3.1.2 で作成した刺激音声を被験者に聴取してもらい、本人の音声聞こえたと思った回数をカウントしてもらった。

その後記録されたデータから Pz の潜時と電圧を記録した。これは P300 の電圧が最も大きく出るのが Pz であるからである⁽⁶⁾。

3.2 結果

以下に結果を示す。電圧に関しては絶対値を挙げることにする。

刺激名	潜時(msec)	電圧 (μ volt)
papa-self	482	22.4223
apap	488	4.5469
papa-helium	330	7.5889

表2：P300の潜時と電圧

表2に示されているとおり、papa-self と apap の潜時にはほとんど差がなかったが、papa-helium の潜時は他の二つよりも約 150sec.早かった。また電圧に関しては papa-self が他の二つの刺激よりも圧倒的に大きかった。反転刺激 apap と比較するとおよそ 5 倍、papa-helium と比較してもおよそ 3 倍の大きさとなった。

個々の波形を見ると、papa-self (図5) では目立った N 波が観察されず、P2 (12.7362 μ volt)に当たる成分と P300 (22.4223 μ volt)に相当する成分が際だっている。そのなかでも P300 が大変大きいことが分かる。

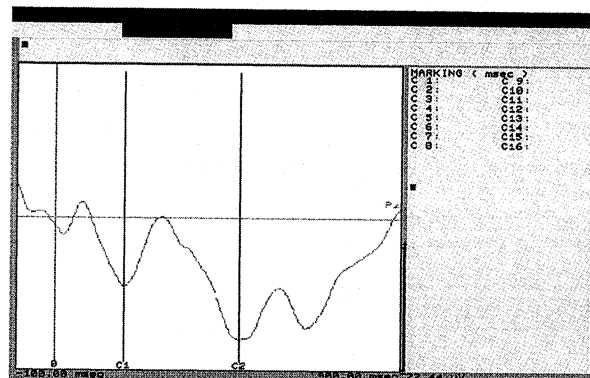


図5：papa-selfのP300の波形

反転刺激 apap の波形 (図6) では papa-self と対照的に際だった N2 (8.3814 μ volt)が観察された。しかし P 波が観察されなかったわけではなく、P2 (4.4108 μ volt)と P300 (4.5469 μ volt)に相当する成分も出現していた。

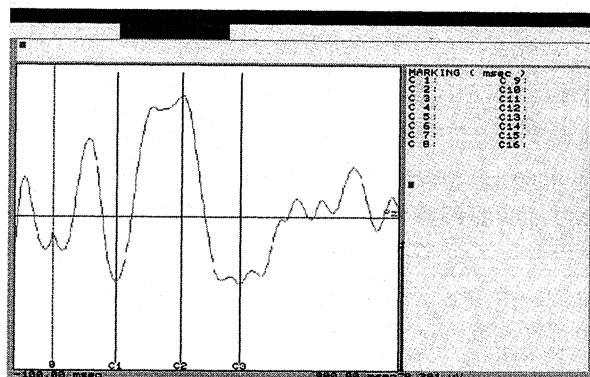


図6：apapのP300の波形

図7の papa-helium の波形は全体的に際だった N 波は出現しておらず、この点では papa-self と似ている。ただし P 波の出方も同じというわけではない。最も異なる点は P300 (7.5889 μ volt) の電圧が小さく、その前後にある P2 (14.2331 μ volt) と P4 (15.2978 μ volt) の方が電圧が大きいということである。

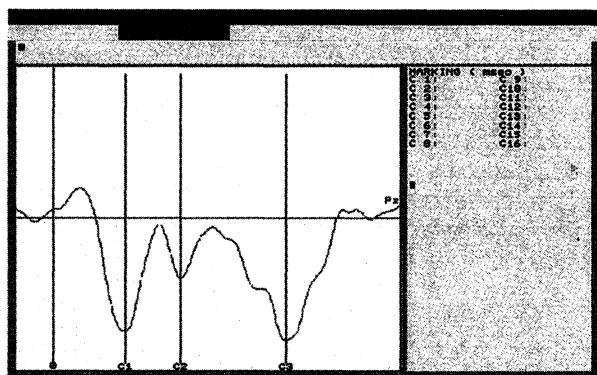


図7 : papa-helium の P300 の波形

4 考察

前節の表2から以下のことが言える。

- (13) 潜時に関しては papa-self と apap が同じ振る舞いをする。
- (14) 電圧の大きさに関しては apap と papa-helium が同じ振る舞いをする。

そこで、ここでの考察は P300 の潜時と電圧の大きさに分けて行う。

4.1 潜時

まず潜時に関して、papa-self と apap を見ると、共通点として浮かぶものに、音質がある。反転刺激 apap は papa-self を音声エディタで反転させただけで音質については何ら変更を加えていない。したがって音質については、このふたつの刺激間に違いはないと言える。一方 papa-helium の方は音声ヘリウムガスを吸ったときの声のようになってしまっており、音質が元の papa-self からかけ離れてしまっている。

これらのことを考えると、(13)のように papa-self と apap が潜時に関して同じ振る舞いをするのは、両方の刺激の音声自身が自己の音声であると認識されているからではないかと思われる。

さらに興味深い事実として、この音質が同じで

あるという特徴を持った刺激によって出現する P300 の潜時は 300msec よりかなり遅れるということがある。このようにある成分の潜時が遅くなる場合の報告が福盛 (2002)にある⁽⁹⁾。この報告によると、非言語音同士 (1000Hz と 2000Hz の純音) の識別の場合よりも言語音同士 (ザ行音とジャ行音) の識別の場合の方が P300 の潜時が遅くなる。このことを考えると潜時が遅くなった papa-self と apap はともに言語音刺激であると認知されている可能性が高いと言える。一方 papa-helium はすでに言語音ではなく非言語音であると認識されていると考えられるのである。

4.2 電圧

次に電圧に関して考察する。電圧の大きさを標的的刺激同士で比較すると、papa-self が圧倒的に大きく、他のふたつの刺激は papa-self の3分の1から5分の1という小ささである。

反転刺激 apap と papa-helium の共通点は、元の刺激に何らかの修正が加えられているということである。反転刺激 apap は母音と子音の配列が日本語では許されない形になっている。また papa-helium は音声に修正が加えられた結果言語音らしくないものになってしまっている。つまりどちらも日本語らしくないという点で共通していると考えられる。

このように考えると、電圧の大きさというのは自己と非自己の音声認識を反映しているというよりも、日本語として認識できるか否かという点を反映しているように思われる。

4.3 まとめ

本実験で得られた P300 の潜時と電圧に対応するものが以下のようにまとめられる。

- (15) 潜時の遅れは刺激が自己の音声であるということを示す。
- (16) 電圧の大きさは刺激音声の日本語らしさに対応する。

(15)が示しているのは潜時の遅れが自己音声認識によるということである。しかし先行研究⁽⁹⁾において P300 は言語音刺激の時に遅れるという報告がある。ということは、本実験の潜時の遅れには音声と非音声の認識と自己と非自己の音声認識の反応が重畳しているとも考えられる。

一方(16)は電圧の大きさは刺激が日本語らしい

かどうかということに関連しているということを示している。けれども apap と papa-helium の電圧が小さくなる個別の理由は異なっている。つまり apap は音素の配列が日本語らしくないので電圧が小さいのだが、papa-helium のほうはそもそも音声として認識できないため、日本語らしさも判定できず、結果的に電圧が小さくなると考えられる。

これらのことを確認するためには、被験者が2種類の他者の音声の識別を行う際に現れる P300 を観察すればよい。この場合には潜時に現れる自己と非自己の識別に関わる反応と電圧に現れる音声と非音声に関わる反応が両方とも除かれていると考えられるからである。

予測としては、刺激が音声なので潜時が非言語音識別の時よりも遅くなる。本実験の被験者の場合は papa-helium の潜時である 330msec よりも遅れるということである。しかし非自己の音声の識別のため自己音声の識別よりは早くなる。ということになる。また電圧に関しては、やはり刺激が音声であるということから、非言語音よりも大きくなる。つまり apap や papa-helium の電圧よりも papa-self の電圧の大きさに近いということが予測できる。

5 実験2

5.1 方法

実験に関する場所、機材、被験者は3節と同様なので省略する。

5.1.1 分析資料

実験2で使用された刺激も実験1と同様に無意味語[papa]である。これを2人の人に発話してもらい録音した。この2種類のpapaのうち一方を標的刺激、他方を非標的刺激として odd-ball 課題を行った。なお実験1との違いは被験者自身の音声が含まれていないことである。なお呈示には IBM 社製 PS/V Model 2408 型コンピュータ上で動作する Winstim というソフトウェアを用いた。

5.2 結果

では実際に波形を見てみよう。

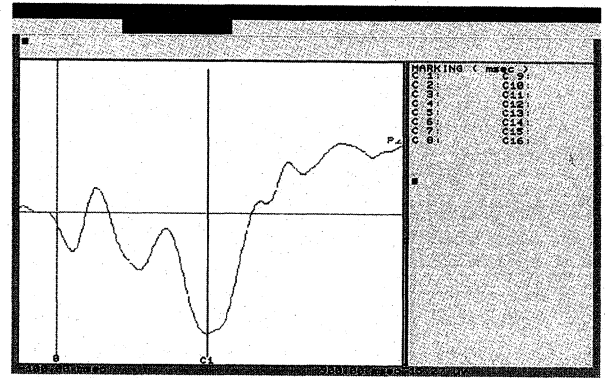


図8：非自己の音声識別のP300の波形

図8を一見して分かるのは、N波が目立たず、P波が際だっているということである。この特徴は papa-self の波形(図5)と同様の振る舞いを示している。以下にP300の潜時と電圧の数値を示す。

刺激名	潜時(msec)	電圧(μvolt)
papa-not-self	394	15.2738

表3：非自己音声認識のP300の潜時と電圧

5.3 考察

では具体的な数値を比較するために表4を見てみよう。

刺激名	潜時(msec)	電圧(μvolt)
papa-self	482	22.4223
apap	488	4.5469
papa-helium	330	7.5889
papa-not-self	394	15.2738

表4：P300の潜時と電圧の比較

まず papa-not-self の潜時は 394msec であった。この数値はちょうど papa-helium と papa-self、apap の中間に位置している。これは papa-non-self の刺激が音声であり、かつ非自己のものであるためであると考えられる。もし潜時に影響を与える要因には音声・非音声の区別しかなく、自己・非自己の区別は関与しないとすると、papa-not-self の潜時は papa-self や apap の潜時と同じ程度に遅れることになると考えられるからである。このことから(15)の結論は支持され、音声の認識だけでなく自己音声の認識も潜時を遅らせる要因となると結論できる。

一方電圧の大きさに目を転ずるとやはり papa-self との親和性が見受けられる。およそ 7μvolt 小

さいとはいえ、apap と papa-helium と比較すれば、圧倒的な大きさであると言える³⁾。このことは(16)の日本語らしさと電圧の大きさが関連しているという結論を支持していると考えられる。

6 結語

本稿では P300 を用いて自己音声と非自己の音声の識別について考察してきた。その結果自己の音声認識するときに現れる P300 は潜時が遅れ、電圧が大きくなるということが判明した。このとき重要なのが、刺激が音声として認識できること、そして日本語の音声として許される形式であることである。

7 展望

通常脳波の潜時の早さは脳の反応の鋭敏さに対応していると言われる。ということは本研究の結果からは、脳は自己の音声よりも非自己の音声に鋭敏であり、また非音声のほうがさらに鋭敏であるという結論が導かれる。これはどのように解釈したらよいのだろうか。

解釈の鍵として考えられるのは、P300 が内因性の電位であり、外界からの刺激に対する能動的な反応である、ということである⁴⁾。もし自己の音声外界からしかやってこないとすれば、P300 の潜時が早くなるのかもしれないが、常に自己の声は内側から発せられる。したがって外界からの刺激に対応するタイプの成分の反応が遅いのも頷ける⁵⁾。

さらに自己を取り巻く音の環境を考えれば、非自己の音声は自己のすぐ近くに存在し、非音声はそのさらに外側にある⁶⁾。つまり自己から遠いも

のほど脳は鋭敏に反応するのだろう。この点についてはさらに検証が必要である。

電圧の大きさに関しては音声に対する反応が顕著であった。音声らしさが減少するとそれだけ電圧も小さくなると考えられる。今回の実験では音声らしさを減少させる方法に2種類あった。1つは物理的にゆがめてしまう方法であり、具体的にはヘリウムフィルタを掛けた音声があがっていた。もう1つは言語学的な変化であり、具体的には単語が子音で終わる[apap]という日本語母語話者にとって許容できない母音子音の並び方であった。わずかな差ではあるが後者の変化の方が電圧が小さかった。仮にこの差が有意なものであれば、分節音の配列というのが日本語らしさを決める大きな要因の1つであり、プロソディーとしての重要性が脳波によって裏付けられることになると考えられる。

今回は被験者一名の反応に基づき、パイロットスタディーとして自己の音声認識を考察したが。今後はさらに被験者数と試行回数を増やして研究を進展させたいと考えている。

謝辞

実験に当たり、実験場所および実験機材をお貸しくださった筑波大学文芸・言語学系の城生佰太郎教授に御礼申し上げます。

文献

- (1) Kent and Tjaden, Brain Functions Underlying Speech, *The Handbook of Phonetic Sciences*, ed. by William J. Hardcastle and John Laver, (1997), p220-255.
- (2) 本庄巖, 脳からみた言語: 脳機能画像による医学的アプローチ, (1997), 中山書店, 東京.
- (3) Sato, Hiroki, Takeuchi Tatsuya, Kuniyoshi, L. Sakai, Temporal Cortex Activation during Speech Recognition: an Optical Topography Study, *Cognition* 73, (1999), pB55-B66.
- (4) 渡邊千春編, 脳誘発電位測定ハンドブック, (1999), NEC メディカルシステムズ研修所, 東京.

³⁾ この差が有意なものかどうかは今後の検討課題である。

⁴⁾ ひょっとすると P300 だけでなく事象関連電位の他の電位にも当てはまるかもしれない。

⁵⁾ 人によっては自己の音声をまるで非自己の音声と認識するように聴く場合もあり得ると思われる。歌手や音声学者などは自己の音声を意識して聴くので、P300 の潜時が他の職種の人よりも早くなるかもしれない。

⁶⁾ 自己の音声は自己に最も近いところにあるというのは自明のことだが、非自己の音声と非音声の距離感には異論があると考えられる。しかし自己との関わりを考えれば、音声と非音声をこのように位置づけることも可能だろう。ヒトが人として存在するときには言語を用いる。言語を用いる際には、Speech Chain⁽¹⁰⁾が仮

定するように必ず話し手と聞き手が存在する。言い換えれば音声には送り手と受け手が存在する。そして自己が話し手の時には音声に伝えるべき内容を込めて音声を発話し、聞き手の時には伝えられるべき内容をくみ取ろうとする。この自己と音声の関わりがあればこそ音声と非音声との間に距離感が生ずるのである。

- (5)丹羽真一, 鶴紀子, 事象関連電位—事象関連電位と神経情報科学の発展—, (1997), 新興医学出版社, 東京.
- (6)NEC 三栄, 誘発電位ポケット知識, (1987), NEC 三栄, 東京.
- (7)城生佰太郎, 実験音声学研究, (1997), 勉誠社, 東京.
- (8)城生佰太郎・福盛貴弘, 行動表現の科学, 日本語行動論, (2001), p53-101, おうふう, 東京.
- (9)福盛貴弘, 言語音の認知と ERP における N1 成分との相関性, 岡山大学言語学論叢, 第 9 号(2001), p19-34.
- (10)Peter B. Denes and Elliot N. Pinson, The Speech Chain: The Physics and Biology of Spoken Language, (1993²), W H Freeman & Co.

運動生理学からみた自己理解

上村 浩信*¹

The Self- Understanding in Exercise Physiology

Hironobu KAMIMURA

(論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

In Exercise Physiology, the self understanding is typically to understand functions of various organs by recognizing blood flows when a working body changes from resting to exercise. A well-trained person has the system that enables him/her to exercise efficiently.

Keywords: Exercise Physiology, The self, Circular blood system, Muscles

1 自己理解の捉えかた

運動生理学的に自己を理解するには、生体について、安静から運動に変化すること、トレーニングを行なうことにより、非鍛錬者（トレーニング前）から鍛錬者（トレーニング後）へ変化することを理解することです。そこで、筋活動が円滑に行なわれるために効果器である筋肉にエネルギーを送り、かつ、筋肉でつくられる老廃物を送り戻す循環器系のシステムを認識し、その結果としておこる現象を脂肪細胞・骨格筋のシステムから認識することです。このようなことから、運動時生体を理解することが重要と考えられます。

2. 安静時から運動時へ

ほとんどの人が、初めて、運動による胸の高鳴りを感じるのは、運動会で徒競走のスタートラインに着いた時でありましょう。これは、交感神経が亢進し（交感神経が強く働くこと）心拍数が多くなる現象です。このような、働きは、生体が運動への準備をすることと説明されます。

運動は、生体が静から動へ変わることです。すなわち、安静から運動へ、この時、生体は、活動する細胞にエネルギーを供給するために心臓を介して多くの血液を供給します。活動筋に血流量が増加するのは、酸素需要量を満たすために、酸素運搬の役割を担うために血液量を増加するためです。サイクリングやランニングでは、スピードが速くなればなるほど、心拍数が増加しますが、そ

*1 共通講座

れは、次のようなことで説明されます。心臓は、一回心拍出量（1回で心臓から出ていく血液量）と心拍数を増加させ血流量を増やしています。一般に、心臓が1分間に拍動する回数を心拍数と呼びます。この値の最高値が、最高心拍数であり。図1に示すように、この最高心拍数は、年齢を取るにつれて低くなります。220-年齢の計算式から求めることができます。20歳であれば、200拍となります。

また、最大心拍数は、よくトレーニングされたヒトは、この計算式よりも低いことがあります。これは、表1にみられるように、安静時の心拍数と関連性があります。一般に安静時の心拍数は、60拍から100拍であります。表1では、座位作業者が71で、トレーニング後では、59拍になり、ワールドクラスの競技選手の中には、40拍よりも少ない人がいます。このようになるのは、病気ではありません、副交感神経が優位に働きトレーニング性ワゴトニーと呼ばれる適応現象が起こるのです。これは、1分間あたりの心拍数が少なくても、一回拍出量が一般の人よりも多いからです。表1では、2倍違います（65から125）。したがって、生体にとって少ない心拍数でも、十分な血液量が供給されているのです。表1に表す心血管系・呼吸系の数値が、トレーニングすることに高くなります。ワールドクラスの競技者は、さらに高い値を示します。

代謝系の中でも最大酸素摂取量は、体重あたりの数値が、40.5から76.7と約2倍高くなっています。この値は、酸素を1分間に最大に運搬できる量：最大に酸素を生体に取り込める値を最大酸素摂取量と呼んでいます。最大酸素摂取量は、一般のヒトで2～3L（リッター）ですが、競技選手では、5L以上になります。すなわち、この最大酸素摂取量が、持続的なスポーツでは重要な意味をもちます。そのためには、血液中のヘモグロビン含有量が大きいことが有利とされています。ヘモグロビンとは、血液の赤血球中にあり、酸素と結びつき肺から末梢の細胞に輸送する宅配便のトラックみたいなものです。持久性の高い種目では、ヘモグロビンの量が大きいことが大切です。したがって、この、ヘモグロビンを増やすことが、競技レベルで大切です。高地トレーニングは、この値を高めるために行ないます。しかし、トレーニング法を間違えると貧血になります。この時には、ヘモグロビン値が、12mg/dlより少なくなります。このよう

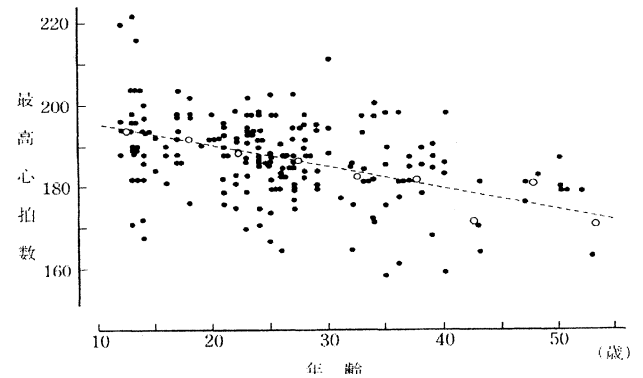


図1. 最高心拍の加齢による変化

表1. 1年半の持続的トレーニング後の生理的变化とワールドクラス競技選手の比較

表1. 1年半の持続的トレーニング後の生理的变化と競技選手の比較

変化要素		座位作業者		ワールドクラスの競技選手
		トレーニング前	トレーニング後	
心血管系	安静心拍数 (beats/min)	71	59	36
	最大心拍数 (beats/min)	185	183	174
	安静1回心拍出量 (ml)	65	80	125
	最大1回心拍出量 (ml)	120	140	200
	安静心拍出量 (l/min)	4.6	4.7	4.5
	最大心拍出量 (l/min)	22.2	25.6	34.8
	心臓血液量 (ml)	750	820	1200
	全血液量 (l)	4.7	5.1	6
呼吸系	安静収縮期血圧 (mmHg)	135	130	120
	最大収縮期血圧 (mmHg)	210	205	210
	安静拡張期血圧 (mmHg)	78	76	65
	最大拡張期血圧 (mmHg)	82	80	65
	安静換気量 (l/min)	7	6	6
	最大換気量 (l/min)	110	135	195
	安静1回換気量 (l/min)	0.5	0.5	0.5
	最大1回換気量 (l/min)	2.75	3	3.5
代謝系	肺活量 (l)	5.8	6	6.2
	残気量 (l)	1.4	1.2	1.2
	安静動静脈交差 (ml/100ml)	6	6	6
	最大動静脈交差 (ml/100ml)	14.5	15	16
	安静酸素摂取量 (ml/kg·min ⁻¹)	3.5	3.5	3.5
	最大酸素摂取量 (ml/kg·min ⁻¹)	40.5	49.8	76.7
	安静乳酸値 (mmol/l)	1	1	1
	最大乳酸値 (mmol/l)	7.5	8.5	9
体組成	体重 (kg)	79	77	68
	脂肪体重 (kg)	12.6	9.6	5.1
	除脂肪体重 (kg)	66.4	67.4	62.9
	体脂肪率 (%)	16	12.5	7.5

な状態では、必要な酸素を運べず、運動能力が、低下します。つまり、運搬できる酸素の量を高めるのがヘモグロビンの量なのです。

3.運動期における血液分布変化

運動の強度が高くなると、心拍数が増加します。このことは、体内にある血液量の部位的な変化が発生することでもあります。この変動は、表2及び図2に見られるように、運動強度が増加するに

従い、安静の 5.8L から最大運動時の 25L まで増加します。運動する部位は多くの場合、筋肉なので筋肉の血流量は、約 20 倍に増加しますが、それに対して、減少する部位が 5 分の 1 となる消化器関係です。運動中、特に、持久走時のわき腹の痛みは、主に、腸管の虚血による痛みです。虚血とは、正座した時の脚の痺れがこれにあたります（脚の動脈が圧迫され血行が悪くなる）。この、虚血状態が激しい場合は、表 3 に示すように、血便が生じることが報告されています。フルマラソンやトライアスロンは、長時間に渡る過酷な競技です。このような、消化管出血の症例報告は多くあります。この原因は、腸管血流量減少に伴う虚血・低酸素の影響、もしくは、物理的刺激による粘膜の損傷が考えられます。特に、2 時間以上の運動では、機能低下・組織学的変化が発生すると報告されます。

また、不思議なことに変動しない部位があります。絶対値で血流量の変動しない部位が脳であり、相対値で変動しない部位は、心臓です。その脳について 450ml 以下だと意識を消失、350ml 以下が 1 分以上続くと虚血性の脳障害が発生します。したがって、脳の血液量は、750ml と運動に関係なく一定となります。また、脳のエネルギー源は、糖（グルコース）だけです。

また、心臓は、心臓自体を供給する血管網があり、王様の冠みたいに心臓を取り巻いていることから、冠状動脈と呼ばれています。運動強度が高くなると心臓自体の収縮に必要なエネルギーを供給するため、相対的に一定であるのはこのためです。

皮膚は、表 2 みられるように、安静時に低く、中等度の運動でその値が大きくなり、運動強度が高くなると低下します。

皮膚の血流量は、汗の働きと関連性があります。図 3 に示すように 環境温度が高いとき、安静時が一番多く汗を掻きやすいのです。運動強度が高くなる毎に血流量は、低下します。

汗腺の働きは、汗を分泌することで、体熱を下げることです。図 4 に示すように汗せんは、皮膚の下にあり、大汗腺（アポクリン腺）と小汗腺（エクリン腺）に大別されます。大汗腺は、腋、乳頭部、下腹部の毛のあるところにあり、ミルク状の汗を分泌します体臭の原因となります。小汗腺は、体全体にあり水分の多い汗を分泌します。汗腺は、実際に活動している汗腺のことを能動汗せんと呼んでいます。

表 2. 安静時と運動時の血液配分

安静時と運動時の血液配分 (Andersen, K. L.; In Falls, H. B. ed., Exercise physiology, p. 102, Academic press, 1968)

循環系	安静 (ml/分; %)	運動 (ml/分; %)		
		軽い	中等度	最大
肝・胃腸系	1,400; 24	1,100; 12	600; 3	300; 1
腎臓	1,100; 19	900; 10	600; 3	250; 1
脳	750; 13	750; 8	750; 4	750; 3
心臓	250; 4	350; 4	750; 4	1,000; 4
骨格筋	1,200; 21	4,500; 47	12,500; 71	22,000; 88
皮膚	500; 9	1,500; 15	1,900; 12	600; 2
他の器官	600; 10	400; 4	400; 3	100; 1
	5,800; 100	9,500; 100	17,500; 100	25,000; 100

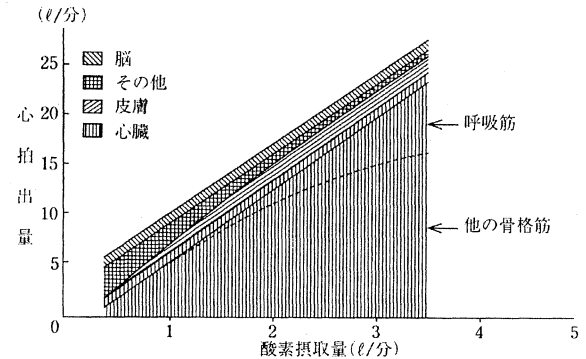


図 2. 運動強度に応じた総心拍出量の部位的な変動

表 3 マラソンにおける消化管出血について

表 2 マラソンと消化管出血についての調査結果 (Moses, 1993)

報告	方法	レース	結果
Porter	レース後の血便分析	マラソン (n=39)	8%
Keele ら	レース後の直腸出血調査	マラソン (n=70)	1.2-1.8%
Halvorsen ら	レース前後の血便分析	マラソン (n=63)	13%
McCabe ら	レース前後の血便分析	マラソン (n=125)	21%
McMahon ら	レース前後の血便分析	マラソン (n=32)	22%
Baska ら	レース前後の血便分析	100km ウルトラマラソン (n=34)	85%

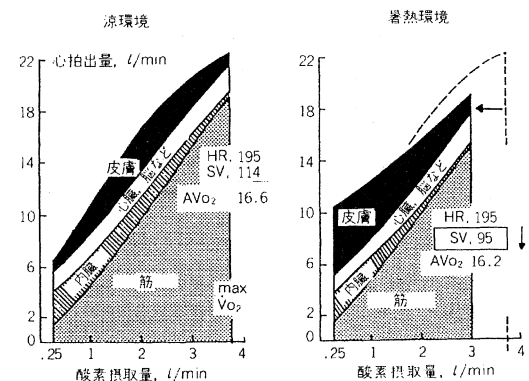


図 3. 涼しい環境 (25.6°C) と暑熱環境 (43.3°C) で立位運動をしているときの心拍出量

子供のころに、この能動汗腺のはたらきが完成します。温かい気候に住んでいる人は、寒いところに住んで居るヒトは、この能動汗腺が、発達しています。この表4に見られるように、北海道に住むアイヌの人は、この能動汗腺が少ないことが判ります。アイヌのヒトは、太平洋沿岸に住み、平均気温は、10度以下です。一年を通して夏日（25度以上の日）になる日が少なく、発汗しなくても良い環境にあります。室蘭も同じような環境のため、発汗しなくても良いのですが、運動の試合等で暖かい環境に行くと、暑さのせいで汗をうまく掻くことができず実力が十分に発揮されないことが多いのです。

以上のことから、血液の配分は、安静時においては、大部分が内臓諸器官にあります。運動を行なうとその配分が減少し、骨格筋に配分量が多くなります。このような、変動をブラッドシフトと呼ばれています。

4. 脂肪細胞

ブラッドシフトは、みかたを変えれば、体重を減少させること（体脂肪）に関係があります。なぜなら、心臓から末梢に流れる距離が長いほど血液は、冷却されます。熱エネルギーを使うことです。図5に示すように、これは、ベルクマンとアレンの法則に説明されます。生物は、極（北極・南極）から赤道部に行けばいくほど、暖かくなればなるほど、体が細く手足が長くなることが明らかにされています。また、顔などが彫り深くなり体表面積が、大きくなることも体が冷却させる要因の一部であることが報告されています。

この法則は、夜眠れない人にとって役立つことになります。睡眠をとる際、中枢部（体内の中央部）の体温が低下し、末梢部（体の先端部）が暖かくなります。特に、このような、現象は、入眠前の赤ちゃんに見られます。今、流行の足湯があります。これは、末梢部を暖かくし、末梢部の毛細血管を拡張し中枢部の体温を低下させることで眠ることができます。または、眠れない時は、少し温めのお湯に入浴する。これは、交感神経を低下させ副交感神経を高揚させ中枢の体温を低下させることです。

熱を産生することは、体脂肪を減少させることです。この、熱産性機構は、筋肉による熱産生、脂肪細胞による熱産生があげられます。

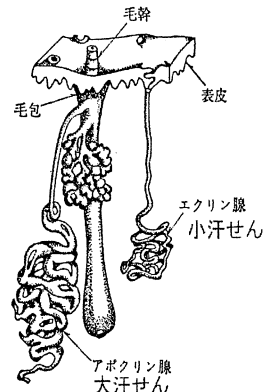


図4 ヒトの汗せん

表4. ヒトの能動汗せんの数

人 種	能動汗腺数(万)
アイヌ	144
ロシア人	189
日本人	228
成長後タイ国移住	229
成長後フィリピン移住	217
タイ国出生	274
フィリピン出生	278
タイ国人	242
フィリピン人	280

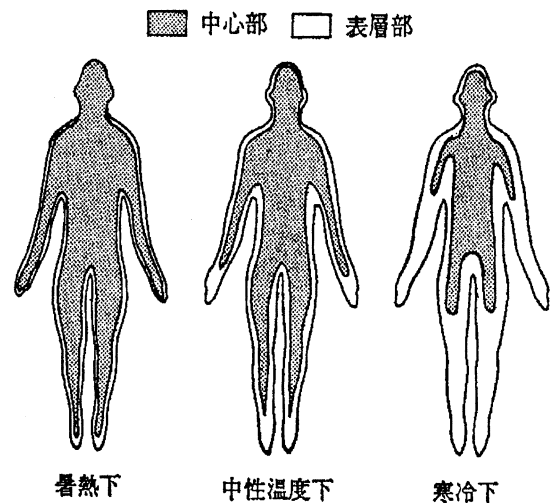
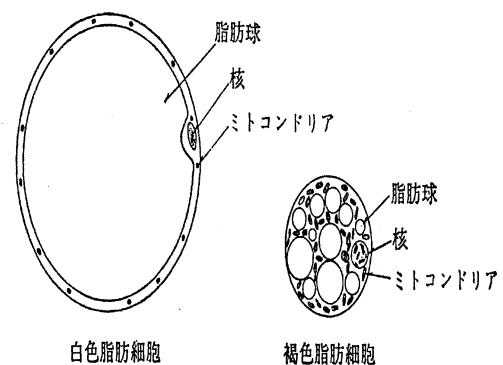


図5. 環境温度と中心部と表層部の分布



2種類の脂肪細胞

白色脂肪細胞は脂肪を貯蔵する細胞で、褐色脂肪細胞は脂肪を使って熱をつくる細胞である。

図6. 白色脂肪細胞と褐色脂肪細胞の形態

図6に説明されるように、脂肪細胞は、2種類あり、熱生産を行なうこの細胞は、細胞内にミトコンドリアを有する褐色細胞と熱産生を行なわない白色細胞があります。褐色細胞は、幼児期に、多く、成人になるにしたがい減少します。幼児は、筋肉活動を長時間することができないために、褐色細胞による熱産生で体温を維持します。図7に見られるように、この褐色細胞が、動脈の分岐するところ首、脇、股におおくあります。このことは、体の末梢部に温かい血液を送るのに好都合だからです。体温を上げるために存在します。また、この褐色細胞は、食事を摂った後に働くことが、わかり痩せた人に多いことも報告されています。痩せた人に多いことも報告されています。これを、俗に、痩せの大食いと言います。もうひとつの細胞である白色細胞は、エネルギー貯蓄のために非常に重要な存在です。1gの脂肪は9calの熱量をもちます。炭水化物は4cal、たんぱく質は、4calです。炭水化物は、グルコースとして蓄えられています、この量は、せいぜい2000calです。1500(375g)が筋肉・400(100g)肝臓・80(20g)が血液に蓄えられます。脂肪は、普通この約50倍以上(90000~110000)の熱量をもっています。

脂肪細胞が分解する過程に興味あることは、図8の脂肪の代謝経路にあるように、脂肪酸の分解は、グルコースの分解が同時におこらないといけません。このことは、アセチル CoA がクレブス回路に入り炭水化物の分解によって生成するオキサロ酢酸と結合することにより、クエン酸を生成する過程で分解処理される。簡単に説明すると、クレブス回路の中での脂肪酸分解は、ベータ酸化経路で作られたアセチル CoA と結合するだけのオキサロ酢酸が十分な量だけしか反応が進まないこととなります。脂肪は、炭水化物の助けがあって燃焼できるのです。

たんぱく質は、体内にあるものよりも筋肉にあるものが、容易に利用できます。図9は、アミノ酸のアラニンは、運動強度の違いにより利用される割合が変わります。運動強度が強くなればなるほどその利用度が高まるのです。

筋肉中のアミノ酸は、アミノ酸転移され、アラニンに合成されます。筋肉から合成されたアラニンは肝臓に運ばれ、そこで、脱アミノ化され、残りの炭素骨格は、グルコースに変換され、次に、筋肉中に放出され、活動筋に運ばれる。これが、図10に示すグルコースアラニン回路です。4時間

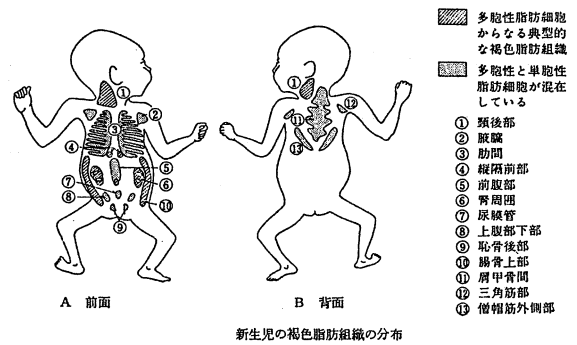


図7. 新生児の褐色細胞の分布図

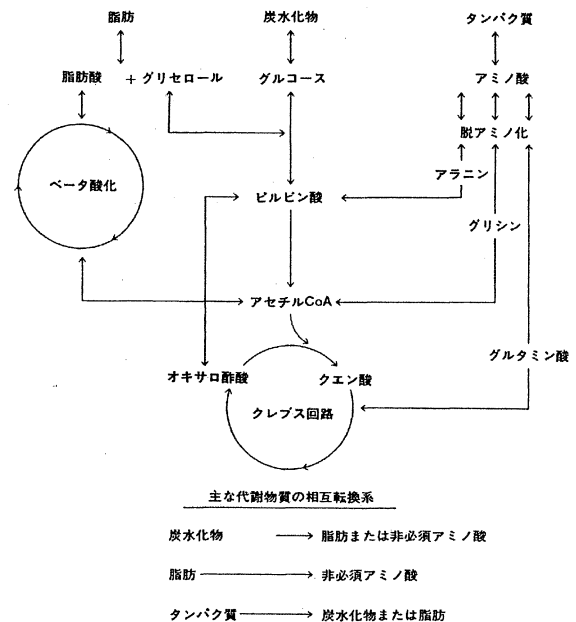


図8 脂肪の代謝経路

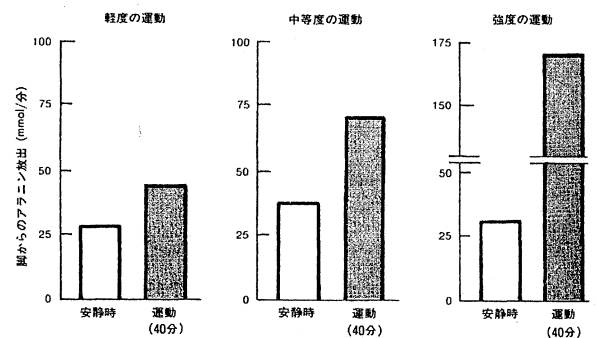


図9. 運動強度別にみた、脚からのアラニン放出に及ぼす40分間の影響

福永哲夫；ヒトの絶対筋力、杏林書院、1978

玉木伸和 他；体と運動科学、学術図書出版社、1995

McArdle, W.D. 運動生理学—エネルギー・栄養・ヒューマンパフォーマンス— 凸版印刷、1992

引用文献

表 1 Wilmore, J. H. and Costill, D. L. (1994) Physiology of sport and exercise, Human Kinetics, p.230.

表 2 Anderson, K.L.; in Falls, H.B. ed., Exercise physiology, p102, Academic press, 1968

表 3 Moses, F.M. : Am.J.Gastroenterol.88:1157-9, 1993

図 1 猪飼道夫 他；体育学研究 14: 175-183, 1970

図 2 Brough, L. and Radford, E.P.; Science and medicine of Exercise, Harper, 1960; Brouha, L.; Physiology in industry, 2nd ed., p44, 1967

図 3 Rowell, L.B. : Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress Physiol. Rev. 54: 75-159, 1974.

図 4 Montagna, W.M. (1962) The Structure and Function of Skin, Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney. San Francisco.

図 5 Edholm, O. G. (1978) Man-Hot and Cold-, Edward Arnold, London.

図 6 Akihiro kurosima 環境生理学 理工学社 p65 1981

図 7 Akihiro kurosima 環境生理学 理工学社 p81 1981

図 8 McArdle, W.D. 運動生理学—エネルギー・栄養・フューマンパフォーマンス— 凸版印刷 p102 1992

図 9 Felig, P., and Wahren. J.: Amino acid metabolism in exercising man J Clm Invest 50 2703, 1971

図 10 Felig, P., and Wahren. J.: Amino acid metabolism in exercising man J Clm Invest 50 2703, 1971

図 11 Burke, R. B. (1975) Motor unit properties and selective involvement in movement, Wilmore. J. H. and Keogh. J. F. (ed.) Exercise and sport sciences reviews, Vol. 3, pp.31-81.

図 1 2 Johnston. I. A., Davison. W. and Goldspink, G. (1977) Energy metabolism of carp swimming muscles, J. Comp. Physiol.

図 1 3 McArdle, W.D. 運動生理学—エネルギー・栄養・ヒューマンパフォーマンス— 凸版印刷 p95 1992

図 1 4 Keul, J., Doll, E., and Keppeler, D.: Medicine and Sport, Vol. 7, Energy Metabolism of Human Muscle. Basel, Karger, 1972

自然・社会・文化から見る自己理解

若菜 博*¹

Self- Understanding Through Natural History, Society and 'Meme'

WAKANA Hiroshi

(論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

The self-consciousness is the arrival point of the biological evolution. And the self-consciousness has evolved due to the interaction with the self and society. A human being transmits culture('meme') to the circumference, and transmits it to the next generations. The gap of the speed of the evolution by the gene and 'meme' became big. The expansion of the gap caused the problem of the modern society. One example is the environmental problem of the earth. Japanese fishermen have carried out afforestation activities in the whole country. Their activities will achieve excellent results in the future. They can hold on because the future can be seen.

The brain of the human being has been made to evolve large. The main part of the evolving brain is prediction ability. There is a fishermen's self-understanding as a thing which transmits their 'meme' in the future.

Keywords : Self, Self-understanding, Self-consciousness, Natural history, Society, Culture('Meme'), Evolution, Environmental science, Prediction ability

1 はじめに

「自己 (self)」といわれるものには様々なイメージがつきまとう。「自己」と類似の言葉として、例えば、「自分 (self)」「私 (I, me)」「自我 (self または ego[ラテン語])」「我 (Ich[ドイツ語])」などが浮かぶだろう。日本語では区別されて使われる語が、英語では同じ単語のものもある。

『広辞苑第5版』(1998年)では、「自己」と「自我」をそれぞれ次のように説明している。

「自己 われ。おのれ。自分。その人自身」。

「自我 (self(イギリス)・ego(ラテン))

① [哲] 認識・感情・意志・行為の主体を外界や他人と区別するという語。自我は、時間の経過や種々の変化を通じての自己同一性を意識している。身体をも含めている場合もある。② [心] (ア) 意識や行動の主体をさす概念。(イ) 精神分析の用語。イドから発する衝動を、外界の現実や良心の統制に従わせるような働きをする、パーソナリティーまたは人格の側面。エゴ」。なお、「イド [id]」とは、「精神の奥底にある本能的エネルギーの源泉。快を求め、不快を避ける快楽原則に支配される。エス (es) ともいう。精神分析の用語。」であ

* 1 共通講座

る。

哲学や心理学の領域では、意識の主体を「自我」とよび、意識の対象としての自我を「自己」とよぶようにして、一応の区別をする場合もある。その場合には、「自己＝self」，「自我＝ego」と表記していることが多いが、例外もある。

例えば、ともに岩波書店によって1979年に出版された小辞典『哲学』『心理学』を見てみよう。『哲学小辞典』の方では「自我」の訳語に「self」，『心理学小辞典』の方では「自我」の訳語に「ego」が採用されている。

ちなみに、『哲学小辞典』では、「自我＝self」は「認識、意欲、行動の主体が自己を外界や他人と区別している語。自我は時間の経過を通じて同一な、単一の個体としての意識をとめない、日常的には身体を含めて考えられるが、身体を排除して考える場合もある（心理的自我）。」とされており、『広辞苑第5版』とほぼ同様の記述となっている。

また、『心理学小辞典』では、「自我＝ego」は、まず、「自我意識を持つもの」として定義され、「自我意識は、a) 活動の感じ、すなわち能動性の意識、b) 独自だという意識、すなわち単一性の意識、c) 時間が経過しても同一だという意識、すなわち同一性の意識、d) 外界と他人に対して自分が存在しているという意識の4つの側面をもっている。＜人格＞というコトバは自我と同じ意味であるが、自我意識をもつものより広く、無意識をもふくむとみなす者もあるし、ぎゃくに自我意識の発展したものをさそうとする者もある」とされている。

いずれにしても、「自己」と「自我」は日本語では区別して使われることもあるが、英語での「自己」「自我」の表記はともに「self」が当てられることも多いのである。そこで、この論文の中では、とくに明記しない限りは、「自我」「自分」「私」「我」なども、「自己＝self」という言葉で代表させて用いることにする。また、理解しやすくために、「自己(自分)」などと表記することもある。

なお、最近の脳科学、教育学や心理学の領域では「自我」という言葉に代わって「自己」をもちいることが多くなってきている（哲学は今でも「自我」という言葉を用いることが多いようだ）。

それでも「自己とは何か」という「自己」の規定には多くの論があり、その研究者によってかなり概念が異なる。しかし、次の点に関しては、今日ある程度の研究の進展がある（異論も当然ある）。

第1に、「自己」ないし「自己意識(self cons-

cioussness)」はどこに「局在」しているのか（人間の脳のどこの部位でそれが機能しているのか）、第2に、「自己意識」は自然史的あるいは生物進化的にどのように形成されてきたのか、第3に、「自然」「社会」「文化」との多重構造の中で「自己意識」はどのように措定されるのか、という点である。

本論述では、これらの研究成果に学びながら、「なりゆきまかせの客体から、自らの歴史をつくる主体」（ユネスコ「学習権宣言」1985年）としての「自己」の形成、「自己」の理解の一端を示したい。

この場合の「主体」「自己」はまた、「人格」という概念も包摂する。現行の教育基本法においては、教育の目的を「教育は、人格の完成をめざし、平和的な国家及び社会の形成者として、真理と正義を愛し、個人の価値をたつとび、勤労と責任を重んじ、自主的精神に充ちた心身ともに健康な国民の育成を期して行われなければならない。」(第1条)としている。この第1条における「人格の完成」という文言は、当初の教育基本法の草案では「人間性の開発をめざし」とされていたものが、1947年2月28日の教育刷新委員会第25回総会での文部省作成の教育基本法案によって、このように修正されたものである¹⁾。教育学や心理学の立場からすると、「人格」という概念も「自己(自我)」もしくは「自己意識(自我意識)の発展したもの」と考えられるのである。

2 生物としての人間そして「自己」

人間ひとりひとは、かけがいのない1つの「個」である。同時に、人間は生物であり、また自然の一部である。地球上での生命の40億年の歴史のなかで、現在の人間そして「自己」が形成されてきた。

原始的な生命（例えば、アミーバ）においても、自己(自分)を他者から区別し、そして、自己(自分)と外部との境界をつくる。これは生物としての「自己」の「身体」的側面と見ることができる。

チンパンジー、オランウータン、ニホンサルなどは鏡に映る姿を自己(自分)と見なす能力があることが、脳科学や心理学の研究により認められている。これは生物としての「自己」の「精神」的側面と見ることができる。後述する「自己意識」の原型であるということもできる。

前者の身体的「自己」の根拠は、例えば、免疫系か

ら見ることができる。後者の精神的「自己」の根拠は、例えば、脳から見るることができる。

2.1 免疫系から見る「自己」

免疫とは、生体が疾病、特に感染症に対して抵抗力を獲得する現象であるが、その本質は、「自己」と「非自己」を識別し、「非自己」から「自己」を守る機構、すなわち抗原抗体反応である。この反応では、微生物など異種の高分子(抗原)の体内への侵入に対してリンパ球・マクロファージなどが働いて特異な抗体を形成し、抗原の作用を排除・抑制する。この意味で、免疫は「非自己」から「自己」を区別して、個体のアイデンティティを決定すると言われる。

多田富雄(1993, 1994, 1997など)は、身体的な「自己」を規定しているのは免疫系であるという立場をとる。ここでは、多田の議論を紹介しながら免疫系から見た身体的「自己」について概観する。

多田は、生物系としての「自己」の次の2つのとらえ方(「遺伝子決定論」, 「胸腺発生環境決定論」)を批判する。

多田が批判する1つ目の捉え方は、<「自己」とは自分の持っている遺伝子全体(ゲノム)の産物である>という「遺伝子決定論」である。人間で考えれば、「遺伝子決定論」では、<「自己」はそれぞれの個体が持っている32億個ほどの塩基対によってコードされる物質の体系である>とみなすことになる。

しかし、「自己」の遺伝子によって明らかな他者である寄生体(内在性ウイルス、マラリア原虫、住血吸虫など)でさえも人間の肉体はそれら寄生体をしばしば「自己」と同様に扱っていることがあり、逆に、自分の遺伝子でコードされているタンパクであっても自己免疫病を起こす(自己の遺伝子によって作られた物質を自己(免疫系)は他者の侵入とみなして攻撃し、疾病を起こす)ことがある。

多田は、このような反例をあげて、遺伝子だけでは「自己」を規定できないことを指摘する。

多田が批判する2つ目の捉え方は、<「自己」とは免疫系が発生してくる(胸腺)環境に存在していた物質の総体>という「胸腺発生環境決定論」である。

胸腺は、胸骨上部の後ろ側にある扁平葉状の器官のことだ。人間では10代前半で最大になり約35グラムに達する。思春期以後は退縮し、40代では最大時期の半分、60代では4分の1に縮小し、80代になるとほとんどが脂肪に置き換えられて、胸腺そのものは痕跡程度になってしまう。胸腺は、骨髄に由来する前駆細胞(前T細胞)を受けて、免疫機能を持つ胸腺リンパ球(T

細胞)に分化・増殖させて、血行を介して全身の末梢リンパ組織に送る。

胸腺は、「自己」と「非自己」を識別する能力を決定する免疫の中枢臓器であるといわれる。この意味では、「胸腺発生環境決定論」は一見当を得た論のようにも思える。

しかし、多田は、次の理由からこの論も成り立たないことを指摘する。

第1には、免疫系をとりまく「自己」が次々に変容することにある。幼児には作られず、成熟して初めて分泌されるホルモンや母乳タンパクもある。そういうものさえ、免疫系は「自己」の体制に組み入れているらしい。母乳のタンパクは、胎児の胸腺の中に入ってゆく可能性はない。それにもかかわらず、男女を問わず人間では人間の母乳に対して免疫反応が起こることではない(いわば「寛容」が成立している)。

第2には、1980年代にフランスで行われた、ニワトリの胚にウズラの神経管を移植する実験に関わるものである。実験では、受精後2, 3日目のニワトリの胚の中脳胞(やがて脳になる部分の一つ)に同じ成長時期のウズラの中脳胞を移植する。ニワトリの胚の中で、ニワトリの胸腺が発生し始める。この段階ではウズラの中脳胞はもうニワトリの脊髄や末梢神経の一部になりきっている。後から発生してくるニワトリの胸腺は、ウズラ由来の神経細胞や色素細胞を「自己」の一部と認めざるを得ない。こうして、ウズラ色の羽根を持ったニワトリ、すなわちキメラ動物が誕生するのである。

ところが、しばらくするとニワトリの免疫系はウズラ由来の細胞を突然「非自己」と認め始める。ウズラの細胞を発見したニワトリのT細胞は、それを異物として排除し始める。ウズラの神経細胞は拒絶され、生後十数日の間に、キメラは解体し、動物の「自己」も死ぬ。いったん移植を受け入れたニワトリの免疫系が、どうして突然、ウズラを排除しようとするのか。免疫学的「自己」というものが、胸腺の発生の環境で決まるという単純な仮説では説明できないことを示している、と多田は指摘する。

そして、多田は、この議論の帰結として、次のことを指摘する：こうして全体を眺めてみると、正確には、免疫学的「自己」というものが存在しているわけではない。反応する「自己」、認識する「自己」、認識される「自己」、寛容になった「自己」というように、「自己」は免疫系の行動様式によって規定される。「自己」というのは「自己」の行為そのものであって、「自己」という固定したものではない。免疫から「自己」というものを定義しようとするならば、それはさ

まざまな「自己」でないもの、つまり「非自己」に対して行う「自己」の行動様式の総体ということになる、と。

多田は、このように、「自己」が「何かに決定」されているという「決定論」を否定する。

身体的「自己」といえども、それは固定したのではなく、日々変容するものである。「自己」は、周囲の環境、周囲の世界（これまた変化の中にある）と相互作用しながら「創出」する（される）というシステムの特性をもつ。この意味でも、身体的「自己」は遺伝子に一つの根をもちながらも、かけがえのない「個」だということができる。

2.2 脳進化・脳科学から見る「自己」

さて、精神的「自己」の活動の場所となる脳からは、「自己」はどのように見ることができるのだろうか。

脳科学・脳進化学の立場から「自己」や「自己意識」について言及している澤口俊之（1989, 1993, 1996, 1997, 2000 など）の議論を見ながら、「自己意識」の脳構造・機能の特性を概観する。

チンパンジー、オランウータン、ニホンサルなどは鏡に映る姿を自己（自分）と見なす能力がある。この能力は「自己意識」の前提である。

これら霊長類は、他の哺乳類に比べ、相対的に大きい脳をもつことが知られている。つまり、体重から予想される脳重と実際の脳重の差（相対脳重）が大きい。人間は相対脳重が最大の動物である。

霊長類が相対脳重を大きくさせてきた進化の要因は3つあると考えられている。

第1は、食性（採食行動）である。果実食性の霊長類（人間もこの中に入る）の方が葉食性の霊長類よりも大きい相対脳重をもつことが確かめられている。

第2は、性関係である。ヒトを含め、多妻型社会構造をもつ霊長類の方が、一妻型の霊長類よりも大きな相対脳重をもっていることが1990年前後にわかってきた。相対脳重だけでなく、高度な認知機能（認識や思考、判断、計画、など）を担う大脳新皮質の大きさに注目しても同様の結果が出ている。

第3は、「社会関係」である。群れが大きく社会が複雑になるほど、相対脳重が大きくなることが確かめられている。

さらに、これらの3つの要因が大脳新皮質の相対的大きさにどの程度寄与するか、その寄与度も明らかになってきた。寄与度は、「社会関係」が最も大きく、次いで、食性、性関係という順になっていることが確かめられた。

脳、とくに、「知性」に深く関与している大脳新皮質が哺乳類の中で人間において相対的に極大になるように進化してきた要因は、1990年代以降、このように理解されるようになってきている。

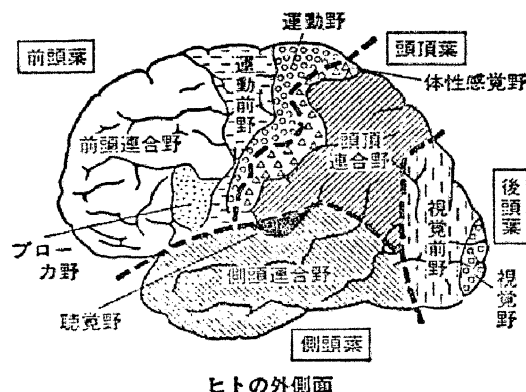


図-1 大脳新皮質の大まかな区分
(澤口俊之, 1989 より)

また、脳科学の最近の知見から、脳が多重構造をしていることがわかってきた。そして、脳には異なった働きをするシステム（「フレーム」ともいう）がたくさん集まっていて、しかもそれらは別個（並列的）に働くことができる。

脳内で「知性」を担うフレームは、大まかに言うと、①言語的フレーム、②絵画的フレーム、③空間的フレーム、④論理数学的フレーム、⑤音楽的フレーム、⑥身体運動的フレーム、⑦感情的フレーム、の7つがあり、その各々に対応した脳内のシステムがあることもわかってきた。

知性は1個ではなく、複数あり、多重しているというわけだ。澤口は、知性のこのような多重構造のひとつひとつに対応した生物学的な実体（脳構造としての知性を実現する相対的に独立した神経経路）があると考えている。

「自己意識」も知性の活動の一つのあり方である。脳内の知性フレーム（知性の多重構造）論の立場から、「自己意識」は、これらの知性のフレーム群に対して高次のフレームであり、「自己意識」のフレームはすべての知性のフレーム群から入力を受け、かつすべての知性のフレーム群に出力するというという特質をもっているとされる。この特質のために、「自己」は自分の活動を対象化して制御することができる。「意識」の働きは自分の行動や状態をモニターすることであるが、「自己意識」は「自己」の活動を「知覚・認知」する。

「自己意識」のフレームの宿る部位として、澤口は、

前頭連合野を最有力部位としてあげる。

澤口などは、このように人間の「自己意識」が前頭連合野に「局在」している（「自己意識」は前頭連合野で主として機能する）という説を提出している。これには異論もあるが、「自己意識」と脳の機能についての今日における有力な説であることはまちがいない。

例えば、『生物学辞典第4版』（岩波書店、1996年）で「連合野(association area)」の説明は「大脳皮質において、運動野および感覚野以外の領域（⇒機能局在）。高等な精神作用の統合機能をもつとされるが、部位によりその機能に差があり、それぞれ前頭連合野は思考・意志・創造・人格などの、前側頭連合野は記憶の、頭頂・側頭・後頭前連合野は知覚・認知・判断の座、中枢と考えられている（後略）」となっており、一種の「機能局在」論の立場で記述されている。

脳は、「社会関係」に影響を受けつつ進化してきた。澤口（2000）²⁾は、脳とは「世界をつくる臓器」であり、脳の役割は「世界を再構成しつつ世界に働きかけること」であり、脳の働きの本質は「世界をつくる役割」である、と述べる。では、「世界」とは何か？

3 「自己」－「世界」の多重性そして環境科学

脳が多重構造をもつと同様に、「世界」も多重構造をもっている。高村泰雄（1994、1996など）の整理をもとにそれを概観する。

カール・R・ポッパーは、「世界」をすべての存在とすべての経験を包含する「3つの世界」として整理し、「世界」の多重性を指摘する。

ポッパーの「3つの世界」は、「世界1」（自然）、「世界2」（意識状態＝自己意識）、「世界3」（文化）からなる。

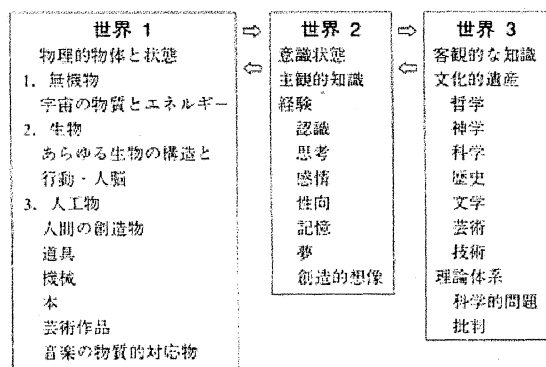


図-2 すべての存在とすべての経験を包含する3つの世界
（高村泰雄・丸山博、1996より）

「世界1」は物理的対象または物理的状態の世界で、

無機物、生物、人工物を含む。「世界2」は意識の状態または心的状態、または行動性向の世界であり、主観的知識、経験を含む。「世界3」は、思考の、とりわけ科学および詩的思考と芸術作品の客観的内容の世界であり、客観的な知識、文化遺産、理論体系を含む。

これらの3つの世界の間の関係について、ポッパー（1974邦訳）は、「第2世界、主観的または個人的経験の世界は、ほかの2つの世界のそれぞれと相互作用する。第1世界[自然]と第3世界[文化]とは、第2世界つまり主観的または個人的経験の世界の仲介がなければ相互作用できない」と述べる。

脳科学者、ジョン・C・エックルス（1986邦訳）も、いくつかの実験的証拠をあげ、世界1（自然）と世界2（意識状態＝自己意識）の間に両方向性の相互作用があり、一般に世界1（自然）の媒介によって世界2（意識状態＝自己意識）と世界3（文化）の間にも両方向性の相互作用があると考えられるとしている（図-2を参照）。

生物学者・中村桂子（1993）は、さらに、「世界3」（文化）は「世界1」（自然）と「世界2」（「自己意識」）の相互交渉のなかで生まれてくると指摘している。

エックルスは、このような「自己意識」と脳の相互作用の様式を詳細に検討した。

とくに、「自己意識」には特有の時間的特性があるとして、必要なときにはいつでも過去の体験を想起し追体験したり、またさらに将来の出来事を空想的に予想することにおいても、時計的時間（物理的時間）を「超越」することができる（自分史的時間）。これは「未来意識」に関わる「自己意識」の特性である。

実際、人間の脳では、進化してきたその能力のかなりの部分は予測能力だと言われる。そして、このような脳の進化も「世界2」（「自己意識」）と「世界3」（文化）との相互作用により促されてきたのである。

もちろん、「世界2」（「自己意識」）の時間的特性は自分史的時間というだけでなく、「世界1」（自然）の時間軸＝自然史的時間、「世界3」（文化）の時間軸＝人類・文化史的時間にもつながっている。

なお、「世界3」（文化）に関わることだが、遺伝子（ジーン gene＝生命情報の伝達単位）に対比しながら、かつ「gene」に語呂を合わせて、文化情報の伝達単位として「ミーム」（meme）という概念が用いられることがある。

遺伝子が生命体の自己複製子であるなら、ミームは人間の文化システムの自己複製子というわけだ。生物の進化のためには遺伝子を次の世代に伝えることが必要（伝わらなければその時点でその生命体の種は滅亡

する)であるように、文化の進化のためにはミームを周囲に、そして次の世代に伝えていくことが必要だ。生物進化のアナロジーで文化の伝播・形成を考えようとするのだ。

そして、進化生物学者・佐倉統(2000,2001,2002など)は、地球環境問題を含めた現代社会の様々な問題のほとんどが遺伝子とミームの対立——遺伝子の進化の速さ(かなり遅い)とミームの進化の速さ(今日では異常に早い、早すぎる!)とのギャップ——を原因としている。

高村は、先に紹介した議論を踏まえて、「自己意識」の本質を次のように規定する:「自己意識とは、未来において本来あるべき自己を普遍的・社会的なわれわれ>として指定することによって、現在の個別的・個人的なわれわれに欠けているものを見だし、それをわがものとして獲得しようと自己の外に働きかけながら、未来のわれわれ>に向かって能動的に活動する実践的な意識である」と。

そして、このような「自己意識」が今日的な社会問題と対峙して浮き彫りになる重要な局面の一つが、地球環境問題である。地球環境問題を解決するためには、主体の自己意識の確立を内在化した未来意識を形成する必要があるし、その形成のためには環境科学が構築される必要がある。環境科学とは「人間生活圏(生物もふくめて、人間が生活している地球表面近くの地圏・水圏・気圏のうすい層)の自然と人間・社会との相互作用における人間の自己認識と人間の社会の変革に関する科学」である。環境科学は人間の自己認識にかかわる学問である。

4 「百年後」を意識する漁師たちの活動

これまで議論してきた「自己意識」に関わる実際の例を具体的に見てみよう。

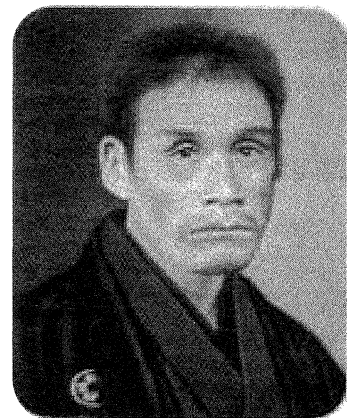
『魚(さかな)をよぶ森』という創作民話絵本がある(斉藤きみ子作・津田櫓冬絵、佼成出版社、1994年)。

この本のあらすじは次のようなものである。みさきの森が少なくなるのにしたが、浜から魚が消えた。山に木を植えなくてはと、げんじいさんは、孫の太一を連れて、来る日も来る日も木を植えた。げんじいさんが亡くなった後も、太一は木を植え続ける。太一の息子の正太が若者に育った時、太一の浜に魚が姿をあらわすようになった。植え始めてから数十年。親子4代にわたる植林活動であった。

この民話絵本に描かれたような姿は、日本各地に存在した。例えば、明治期では、大分県国東半島の沖合の島・姫島での中條石太郎の魚附林復活の活動、昭和期では、北海道えりも岬での緑の復活の活動、などがある。

平成期では、平成元年(1988年)に北海道を起点に始まった全国各地の漁師・漁協が行っている植林活動が知られている。「百年かけて百年前の自然の浜を」をスローガンに進められた全国各地の漁業協同組合の「お魚増やす植樹運動」、そして平成2年(1989年)からの宮城県気仙沼のカキ漁師たちが始めた「森は海の恋人運動」などである。

大分県・姫島は、江戸時代末期から明治にかけて大変に貧しい島であった。島の浜に魚が少なく、島民は生活のために島の山の木を何十年にわたって伐採し、島ははげ山同然になっていた。島の豪族の当主、中條石太郎は、私財を投げ打って、植林を始めた。同時に島民たちに対して伐採を厳しく禁止した。島民たちは日々の生活に使用する薪を得ることが難しくなり、中條を憎んだ。中條は憎まれながら、木を守り続けた。植えられた木が成長し、島のまわりに魚が集まり始めたのは中條の死後であったという。姫島は、約100年後の現在でも、豊かな魚場を抱える島だ。



中條石太郎氏(魚附林の功労者)

写真-1 中條石太郎(大分県姫島)

(<http://www.mfs.pref.oita.jp/planning/aquanews/aqu9/aqua9.htm#himesima>より)

北海道えりも岬は、昭和初期の時代に、岬に広がっていた約200haの森林が伐採などのために消失し、「砂漠」と化していた。「砂漠」から海へ土砂が流入し、かつては指折りの高級ものとされ

ていたえりものコンブは、水揚げ高が激減し、採れたとしても品質は劣悪なものばかりであった。それまで岬の沖に回遊してきていたサケも岬周辺にさっぱり現れなくなった。日常の生活も連日の「砂嵐」のため厳しい状態が続き、えりもの住民は周囲から「砂喰民」と呼ばれ、「えりもには嫁は出さな」と言われる始末であった。かつての森林を取り戻そうと、昭和15年（1940年）から緑化事業が開始された。緑化事業も、えりも特有の強風（風速が10 m/s以上の日が年間290日以上といわれている）のため、困難を極めた。営林署、大学の研究者などの協力を得ながら、漁師たち自身も知恵と労力を出し、「奇跡」ともいわれる緑の復活事業を成功させる。



写真-2 えりもでの植林活動：ゴタ（雑海藻）の回収・運搬
（NHK・DVD「プロジェクトX・えりも岬に春を呼べ」カバー
2001年より）

コンブの復活などの成果が現れるようになったのは、事業の開始から約40年を経過した後であった。そして、現在もその植林活動は続いている。えりもの森が百年前の状態に近づくのも、後数十年はかかるだろう。緑化事業の開始からすると、やはり「百年」を見越した活動である。

「百年かけて百年前の自然の浜を」というスローガンは北海道漁業協同組合婦人部連絡協議会のものであった。

自己（自分）の生存する代ではその成果を見ることはできそうもないこれらの漁師たちの活動は、強固な「未来意識」を含んでいると言わざるを得ない。この未来意識は、また、漁師たちのこれまでの「経験的知識」にも支えられていることも想像に難くない。同時に、えりもを含む現代の漁師たちの植林活動は、林学や砂防学の研究者・技術者たちの協力の下に進め

られ、成果をあげた。

そして現在、現代の漁師たちが研究者たちに切実に願うことの一つは、森と海との関係についての科学的解明である。自分たちの植林活動などによって「百年後」には「自然の浜」が戻るだろうとの信念はある。しかし、この活動の意義を、「ミーム」として周囲に広げ、次の世代に伝えるためには、科学者たちによる研究の進展とその成果の普及は有力な要因となるであろう。

漁師たちの「自己意識」は、「未来において本来あるべき自己を普遍的・社会的な〈われわれ〉として措定することによって、現在の個別的・個人的な〈われ〉に欠けているものを見いだし、それをわがものとして獲得しようと自己の外に働きかけながら、未来の〈われわれ〉に向かって能動的に活動する実践的な意識」の一つの見事な例と思われるのである。

付記

この論文をまとめるにあたり、平成14年度科学研究費基盤研究C「大学教育のためのプロジェクト型環境教育プログラムの開発」（研究代表者：田中邦明北海道教育大学助教授（函館校））の援助を受けた。

注

（1）林量俤「教育基本法教育目的—「人格の完成」規定を中心に」（川合章・室井力編『教育基本法 歴史と研究』新日本出版社、1998年、所収）pp.110-114。

（2）澤口俊之『わがままな脳』筑摩書房、2000年、は脳進化・脳科学の研究の到達点（澤口らの研究を含む）をおさえるにはよい文献である。しかし、この本で、「オオカミ少女カマラ」のエピソードが再三にわたって紹介されていることは理解に苦しむ。

「生後まもなくから8歳頃までオオカミに育てられた」というインドの少女の話は、生物学的にあり得ない話だとされて、「オオカミ少女」の真偽は学問的に決着がついていることだからだ。人間の乳児はオオカミの乳を消化できないのである：

「というのは、まずなんといってもオオカミの乳はヒトと比べて脂肪が三倍、タンパク質は八倍、乳糖は半分である。これでヒトの赤ん坊は消化できず、吐き戻してしまうだろう。それに、ヒトとオオカミでは成育に差がありすぎる。オオカミの子は生後五週間ほど離乳して肉を食べ始め、八〜一〇週間で巣穴を出てしまう。生後半ほどで狩りについて行ける。半年で人間の少年少女にあたるくらいに育つのだから、ヒト

の子が成育のどの段階かでオオカミの家族群に加わったと仮定しても生後半年で走りまわるオオカミについて行ける可能性は考えられない。適合の限度を超えている」（小原秀雄『教育は人間をつくれるか』農文協，1989年，pp.117-120）。

文献

相神達夫『森から来た魚—襟裳岬に緑が戻った』北海道新聞社，1993年。

齊藤きみ子作・津田櫓冬絵『魚（さかな）をよぶ森』佼成出版社，1994年。

佐倉 統著・木野鳥平絵『私たちはどこから来てどこへ行くのか—科学が語る人間の未来』プロンズ新社，2000年。

佐倉 統『遺伝子Vsミーム—教育・環境・民族対立』廣済堂出版，2001年。

佐倉 統『進化論という考え方』講談社現代新書，2002年。

澤口俊之『知性の脳構造と進化—精神の生物学的序説』海鳴社，1989年。

澤口俊之『ここまでわかった脳の話』同文書院，1993年。

澤口俊之『脳と心の進化論』日本評論社，1996年。

澤口俊之『「私」は脳のどこにいるのか』筑摩書房，1997年。

澤口俊之『わがままな脳』筑摩書房，2000年。

高村泰雄「自己意識と科学的認識の形成過程」『北海道大学教育学部紀要』63号，1994年，pp.1-38。

高村泰雄・丸山博『環境科学教授法の研究』北海道大学図書刊行会，1996年。

多田富雄『免疫の意味論』青土社，1993年。

多田富雄・中村桂子・養老孟司『「私」はなぜ存在するか—脳・免疫・ゲノム』哲学書房，1994年。

多田富雄『生命の意味論』新潮社，1997年。

鶴見和子・中村桂子『四十億年の私の「生命」—生命誌と内発的発展論』藤原書店，2002年。

中村桂子『自己創出する生命—普遍と個の物語』哲学書房，1993年。

カール・R・ポッパー（森博訳）『客観的知識—進化論的アプローチ』木鐸社，1974年（原著1972年）。

カール・R・ポッパー，ジョン・C・エックルス（西脇与作・大村 裕訳）『自我と脳（下）』思索社，1986年（原著1977年）。

G.H.ミード（稲葉三千男・滝沢正樹・中野 収訳）『身体・自我・社会』（現代社会学大系第10巻）青木書店，1973年（原著1934年）。

椋 鳩十『椋鳩十全集 22 ふしぎな石と魚の島』ポプラ社，1981年。

椋 鳩十『命ということ心ということ』家の光協会，1987年。

柳沼武彦『森はすべて魚つき林』北斗出版，1999年。

若菜 博「現代魚附林思想と「ニシン山に登る」—三浦正幸・大滝重直らの「森と海」に関する複層流」『室蘭工業大学紀要』第51号，2001年，pp.147-158。

若菜 博「日本における現代魚附林思想の展開」『水資源・環境研究』第14号，2001年，pp.1-9。

若菜 博「日本における現代魚附林思想と環境教育・総合学習」『教授学の探究』第19号，2002年，pp.77-95。

フッサールの数理哲学(6) —公理系の「特種化」—

二宮 公太郎*1

Husserls Philosophie der Mathematik 6 —Spezialisierung des Axiomen-System—

Kohtaroh NINOMIYA

(原稿受付日 平成14年5月7日 論文受理日 平成14年8月30日)

Kurtzfassung

Diese Abhandlung betrachtet verschiedene Modifizierungen des Axiomensystems von Husserls Theorie des Axiomensystems. Unter der Modifizierung des Axiomensystems unterscheidet er die Spezialisierung und die Ersetzung desselben. Für beiden ist die Erweiterung des Gebietes die wichtige Moment. Die Spezialisierung des Axiomensystems bedeutet bei ihm die Erweiterung desselben. Husserl hat die besondere Interesse an die Innere Spezialisierung, dh. die Spezialisierung durch Zusetzungen nicht der Operationen oder Beziehungen selbst sondern der subordinierten Gesetze.

Schlüsselworte : Erweiterung des Axiomensystems, Modifizierung, Spezialisierung, Ersetzung, subordinierte Gesetze, Erweiterung des Gebietes, Phänomenologie

1. はじめに

表題に在る公理系の「特種化」とは、公理系の「拡張」を意味するフッサール固有の表現である。

我々が数領域を拡張するとき、公理系もまた拡張されるのが普通である。しかし、領域の拡張が必ず公理系の拡張によって媒介されなければならない、という訳ではない。例えば、我々が、数領域を実数から複素数へと拡張する場合、 \langle 二実数の順序対 \rangle という形式を取った際の複素数の公理系は、もとの実数の公理系を単に「拡張」したものではあり得ず、これら二つの公理系の関係は、「置き換え」として把握されなければならない。それならば、 \langle 虚数単位 i \rangle を導入する形式を取った際の複素

数の公理系では、どうだろうか？ また、その際に、ヒルベルトに代表される数学者とフッサールとで、扱い方は同じなのだろうか？ そもそも、フッサールは、公理系の拡張ということを、どのような構造によって考えていたのだろうか？

このような問題を念頭に置きつつ、本稿は、フッサールの『数理哲学草稿』(1)に残された公理系の「変様」に関する彼の理論を、考察する。公理系の「変様」は、最も一般的な概念であり、公理系の拡張の他に、公理系の置き換えも含む。また、公理系の変様は、必ず領域の拡張に伴わなければならない、という訳でもない。フッサールは、公理系変様の諸場合を、彼に特有の緻密な思考を通して、様々に異なった視点から、分類・区分している。このような包括的な思考の内こそ、公理系「拡張」の特質をもまた、把握し得るはずである。

*1 共通講座・哲学

本稿の内容を先取りすれば、公理系の「拡張」と同義の公理系の「特種化」は、フッサール自身の問題関心と深く関わっており、他方、公理系の「置き換え」は、ヒルベルトの考える「完全性」と密接な関係を有っている。この関係は、実際に「複素数」への数領域の拡張において、新旧公理系の関係を扱う際の、二人の態度の相違へと関わってくる、という可能性を孕んでいるのである。

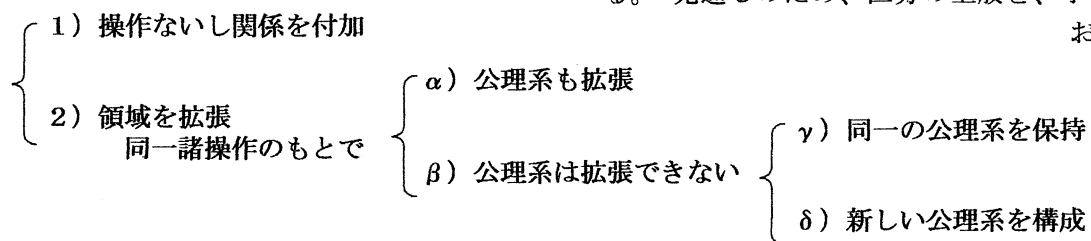
公理系の「変様」に関する区分は、『数理哲学草稿』

の中で、三箇所にて為されている。第Ⅷ草稿に一箇所、第Ⅹ草稿に二箇所である。(2) このうち、フッサール自身の進むべき道が、第Ⅷ草稿には簡単に、また第Ⅹ草稿で後に置かれたものには詳細に、触れられている。また、第Ⅹ草稿で先に置かれたものは、最も包括的で最も詳細な区分である。

我々は、公理系変様の諸場合を区分したフッサールの精緻な理論を追いつつ、最後に彼自身の立場へと到ることにしよう。

2. 第Ⅷ草稿における区分

第Ⅷ草稿は、領域との関係において公理系を論じた草稿である。ここにおける区分は、最も簡潔なものだが、必要な諸契機を全て含んでいる。公理系



✓詳しく見て行こう。

フッサールは、区分を――

「……我々は、区別のために二様のものを有っている。

という言葉で始める。「二様のもの」とは、区分のための二つの観点――公理系の拡張と領域の拡張――という意味である。(4)

まず1)を見よう。フッサールは――

1) 諸操作と関係諸形式とを通した[公理系の]拡張：除外される。

として、この場合を簡単に済ませる。

この〈場合〉とは、新しい諸操作ないし諸関係を付加する、という場合である。

「除外される」とフッサールが言うのは、それが原理的に不可能だからという訳ではない。それがフッサールの研究対象からは外れる、というだけのことである。フッサールの関心は、諸操作や諸関係そのものは一定のものに固定された上で、領域が拡張され、それに伴って公理系の方も拡張される、という事態なのである。新しい数客観が導入されることに伴って、諸操作や諸関係を更に詳細に規定する

の拡張を、第一に〈新しい操作や関係の付加〉という観点から見るとのこと、第二に〈数領域の拡張〉という観点から見るとのこと、この二つが基本的な契機である。さらに、後者の内には、領域の拡張を媒介するものとして、〈公理系の拡張〉と、〈別個の公理系の構成〉という、両契機が含まれている。見通しのため、区分の全般を、予め図にして

おこう。(3) ✓

諸々の法則が付加されることになる。このレベルにおいても、公理系の拡張は起こる。フッサールの関心は、ここに集中されるのである。

そこで、フッサールは今度は、「二様のもの」と言っていたもう一つの契機すなわち〈領域〉の方へ眼を向け――

2) 現実存在の諸命題を通した[公理系の]拡張、従って、領域 *Gebiet* の拡張 (同一諸操作の範囲 *Sphäre* の内部での)

として、新しい場合を挙げる。そして彼は、領域の拡張と関係させた場面で、公理系の拡張を考えていく。実は、この態度こそ、『数理哲学草稿』全体を貫く基本的な問題関心に起因しているのである。そして、諸操作と関係諸形式そのものの付加を「除外」した以上、考察は「同一諸操作の範囲の内部で」進められることになる。フッサールは、この場合の内に、さらに二つの場合を区別する。

一つは――

α) <既に定義された諸現実存在の内で完結した領域>が保持されている、ということのも
とで、[当の公理系によって]完全に定義されて
いる[という場合]。

である。フッサールの言う「相対的完全性」——
公理系が特定の領域を規定する限りで完全である
ということ——の場合である。領域の拡張に伴
って公理系も拡張されることになる。フッサール
にとっては、最も標準的な場合である。

他方、もう一つは——

β) 領域の拡張が許容されるとしても、端
的に、完全 **perfekt** に定義されている[という
場合]。: [公理系の] 拡張は、まさに、もはや
可能ではない。

というものである。領域の拡張に公理系の拡張が伴
わないという場合である。フッサールは——

さらに再度、二つの場合[が在る]。

として、このβ)の内部を区分する。

一つは——

γ) 公理系が同一 **identisch** に保持されるべきで
ある[という場合]。

である。もとの領域に対して、公理系が言わば過
大であった、という場合であろう。例えば、初め
から実数の公理系を取れば、領域は、自然数のそれ
から実数のそれへと、順を辿って拡張が可能である。
或いは例えば、<平面とその外部に在る諸要素と
から成る多様体>から<それらを含む空間>への領
域拡張は、同一の3次元公理系の内部で可能である。

問題は、もう一つの場合である。フッサールは

δ) 公理系が、ただ古い領域のためにのみ
保持される[という場合]。ところが[この場
合]、新しい諸客観が定義され、また一つの公
理系が構成されて、<この[構成された]同じ
dasselbe 公理系は、古い領域への制限に伴って
bei、古い公理系へと **in** 移行する>というふう
になる。しかし、<このような[領域の] 拡張
が可能であるべきではない>という意味での
完全化 **Perfektion** は、要求されるべきではない。

と記す。

極めて理解しにくい記述である。このδ)という<場
合>は、2)の内部に在り、また「新しい諸客観が定義
され」るのだから、この「場合」の内では、領域が拡
張されるのは明らかである。他方、同様に β)の内部

に在って、公理系の拡張はもはやできないのだから、こ
こで「構成され」る公理系は、<もとの公理系の拡張で
はないような公理系であって、しかも、より広い領域を規
定する、そういう公理系>である。さらに奇妙なことに、
この公理系は、もとの狭い方の領域に適用が限定され
る場合には、もとの公理系へと還帰する、というのであ
る。

我々がいま見ている第Ⅷ草稿に先立って、第Ⅶ草稿
(5)の内に、次のような記述がある。

…… 公理系が拡張されるべきでないという
場合には、領域は、古い公理系を演繹的に自らに
含む公理系を介して[拡張される]ということに、
おそくなるだろう。このような仕方では、確実に、
如何なる領域も拡張され得ることになる。例えば、
2次元のユークリッド多様体は、n次元の多様体
へと……。 (6)

というものである。この記述は、領域の拡張と同時
に「次元」が高まるような場合を念頭に置いている。
算術の内部で考えれば、例えば、実数から複素数へ
と領域を拡張すると同時に、複素数を<二実数の順序
対>として定義する、といった手続きには、この記述は、
極めてよく当てはまる。2次元の公理系は、1次元の公
理系を「演繹的に自らに含む」と見ることができる。

δ)の引用に戻ろう。「このような拡張が可能であ
るべきではない」という意味での完全化は、要求され
るべきではない」とは、如何にも以って廻った言い
方だが、要するに、「このような拡張も可能たるべき
である」ということである。ここに言う「拡張」は、
<公理系の拡張>では在り得ず、<領域の拡張>で
ある。引用中に補った所以である。領域を拡張す
る際に、公理系の拡張とは違った公理系の変様方法
が在る、ということである。それがまさに「古い公
理系を演繹的に自らに含む」公理系を構成するとい
うことなのである。

さっき見た第Ⅶ草稿の内にも、別の箇所に、この
ような公理系の二様の扱いを意識した記述が在る。
フッサールは、そこでは、「論理的に<より包括的
>」な公理系という言い方をも併せてしている。覚
え書きのメモといった体裁をしており、文章にはな
っていないが、参考として引いておこう。すなわち

純粋数学における問題：公理系。拡張。<より
大きい>公理系、或いは、<古い公理系を、演繹的
(論理的)に包括しつつ、演繹的に自らの内に含む、
そういう公理系>。客観の体系、多様体。より
広い多様体。それ[より広い多様体]の公理系[は]、
<より大きい>か、或いは<論理的により包括的

である>か、いずれか[である]。(7)

というもののだが、ここで言う<より大きい>とは拡張された公理系についての表現であり、<古い公理系を、演繹的(論理的)に包括しつつ、演繹的に自らの内に含む>とか<論理的により包括的である>とかというのは、当面のδ)におけるような次元を高めた公理系についての表現である。

もう一度δ)の引用に戻ろう。「古い領域への制限に伴って、古い公理系へと移行する」とは、どういうことだろう。先の例で考えよう。二実数の順序対として定義された複素数の公理系においては、和と積および相等性が新たに定義されているが、大小関係は定義されていない。そこで、順序対 (a, b) において、我々が $b=0$ という型の諸数 $(a_1, 0), (a_2, 0), \dots$ のみを考えれば、我々は、元の実数の領域に限定して複素数の公理系を適用

することになる。その際に我々は、複素数の公理系によっても、少なくとも実質的には、もとの実数の公理系と同様の四則演算を為すことができ、もとの実数の公理系と同様の相等関係に諸数を従わせることができる。しかし、我々が、諸数を大小関係にもまた従わせようと思えば、二実数の順序対という形を離れ、例えば「写像」を通して、言わば<はだか>の諸実数 a_1, a_2, \dots の領域へと移行しなければならず、公理系においてもまた、もとの実数の公理系へと移行しなければならないであろう。

いずれにせよ、このδ)に記されている状況は、後の第X草稿における区分の内でも取り上げられている。そこではフッサーは、公理系の「置き換え」という語を用いて、区分の重要な一場面を示している。後に、その箇所で触れることにしよう。

3. 第X草稿における包括的区分

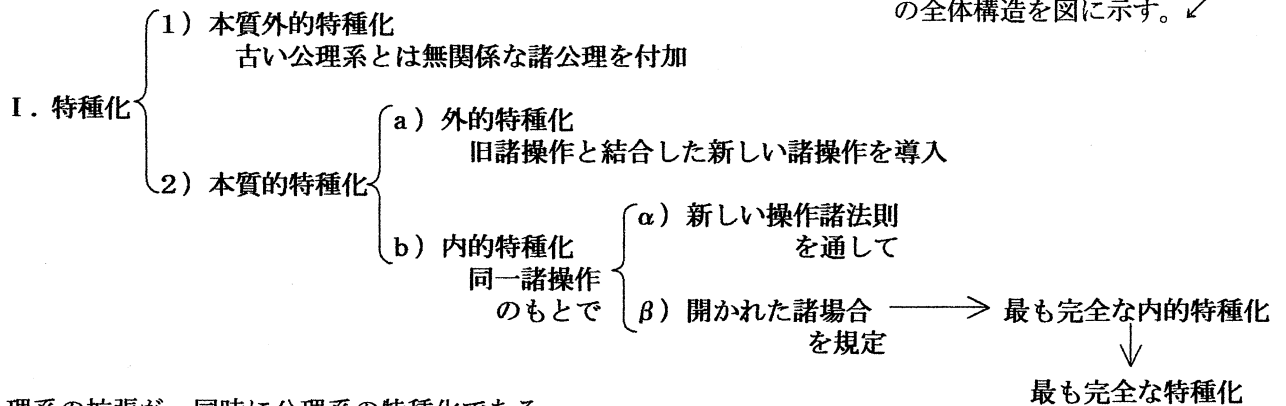
次に我々は、公理系の様相変化に関するフッサーの最も包括的な分類を見よう。ここでは、公理系の「変様」Modifikation という、最上位概念が導入される。これの下に、公理系の「特種化」と、公理系の「置き換え」とが、区別される。

変様 { 特種化
置き換え

前者、公理系の「特種化」は、普通には公理系の「拡張」と呼ばれるものの、フッサー的な表現である。ここには、諸公理を付加することが、もとの公理系を特種化することになるという、フッサー固有の把握が在る。後者、公理系の「置き換え」は、諸公理の単なる付加ではなく、公理系そのものが、そっくり交換されるような、変様の形態である。何れも、実質的には、我々が既に第VIII草稿の内で見ただけである。

3.1. 公理系の「特種化」→

まず、フッサーが公理系の「特種化」と呼ぶ変様を見ていこう。(8) 予め区分の全体構造を図に示す。✓



✓公理系の拡張が、同時に公理系の特種化である、ということについて、フッサーは――

諸公理が境界付ける形式的な<類>概念は、諸公理が保持された下で、様々な仕方の特種化し得

↗spezialisierbar する……。我々は<諸公理Aに対応する諸客観>の或る多様体を有っている[とし

よう]。我々がもし、諸公理 $\langle A \text{ と } B \rangle$ を充足する多様体の概念を形成するならば、この概念は、一つの $\langle \text{種} \rangle$ 概念 *Artbegriff* である。(9)

と記している。

フッサールのこの考え方は、公理系と公理系との関係を、概念と概念との $\langle \text{内包} \rangle$ 関係になぞらえる、という発想に由来している。「動物」という類概念に対して、「犬」という概念は種概念である。前者が有する普遍的な内包 [A] は、後者もまた保存している。しかし、後者はさらに、「犬」に固有の特殊な内包 [B] をも有している⁽¹⁰⁾。公理系の拡張とは、もとの公理系 A に対して、新たに諸公理 B を付け加えることである。これを同時に、フッサールは、公理系の「特種化」として把握するのである。

本質外的特種化

さて、「本質外的特種化」とフッサールが表題を付した一場合を見よう。フッサールは——

1) 本質外的(形式的)な特種化、そして、この表題の下に包えられて、次のような場合。すなわち、——根源的に定義する諸公理に、ただ次のような諸公理、すなわち $\langle \text{その内で、完全に新しい諸連結と諸関係が定義され、しかも、古い諸公理には無関係な、そういう諸公理} \rangle$ のみが、付け加わる——という場合。例えば、 $+$ 、 $-$ 等の諸操作に並んで、なお或る一つの \oplus が、 $+$ 等のうちの何ものをも含まない操作諸法則と共に導入される、という際のように。(11)

と記す。

ここには、公理系拡張の一般的な自由性とでも呼ぶべきものが、表現されている。古い諸公理とは「無関係な」諸公理が付加される、ということに関して、フッサールの考え方がよく分かる記述が在る。フッサールは、第Ⅷ草稿の内で——

ともかく、ここで次のことが注意されなければならない。それは、如何なる種類の完結諸公理 *Schließungsaxiome* も付け加えられないならば、或る多様体の形式的な定義において、全ゆる状況の下で、諸々の可能性が開かれたままである、ということである。既に定義されたものとは無関係な・新しい関係や連結の諸方式の可能性が、つねに開かれたままである。……[中略]……従って、諸公理の拡張は、如何なる完結公理……も付け加えられていない場合には、つねに可能である。(12)

と記している。

「既に定義されたものとは無関係な・新しい関係

や連結」を導入した公理系の内では、もとの公理系との間で、必然的な連関が絶たれている。このような仕方での「自由」な公理系拡張は、確かに可能ではあるが、この「自由」性がまた、フッサールをして、それを「本質外的」と呼ばせる所以でもある。この種の公理系拡張は、フッサールにとって、考察の対象には初めからならない。

この「自由」は、「完結公理」が導入されない限り、制限されない。ここに「完結公理」というのは、フッサールの言葉をそのまま用いれば、「更なる関係や連結の諸方式は、如何なるものも、妥当するべきではない、ないしは考慮に入ってくるべきではない」⁽¹³⁾ということの意味する一つの公理であり、言わば、公理系の拡張を随意に終結させることを宣言する公理である。フッサールは、これには全く興味を示さない。フッサールが求めるのは、公理系が領域との関係において拡張の限界に必然的に突き当たるような、「内的な完結」である。

本質的な特種化

そこで我々は、フッサールが——

2) 本質的な特種化

という表題のもとに為す、次の区分へと進もう。彼はこれを——

a) 外的な特種化。新しい諸操作が導入されるが、しかし新旧の諸操作を結合する *verbinden* 操作諸法則を通してである。

b) 内的な特種化。如何なる新しい操作も導入されないが[同一諸操作のもとで]、しかし、 $\langle \text{開かれたままになっていた} \langle \text{操作の諸場合} \rangle \text{ 或いは} \langle \text{操作諸関係のための一般の諸法則} \rangle \rangle$ が公理的に定置され *festgelegt* る、という限りで、古い諸操作が、より詳細に規定される。

として、二つの場合に分ける。この a) と b) との区分は、 $\langle \text{操作} \cdot \text{関係そのもの} \rangle$ のレベルと $\langle \text{それらに付随する諸法則} \rangle$ のレベルとの区別に関わっている。

本質的・外的な特種化

a) は、新しい諸操作を、もとの諸操作から定義しつつ公理的に導入する、という場合である。先の 1) とは異なって、この場合は、もとの公理系との必然的な連関が保たれている。フッサールが「本質的」として分類している所以である。ただ、新しい諸操作が「外」から付加されるがゆえに、「外的」という名が付されているが……。

公理系のこのような「特種化」は、数学の内では

頻繁に行なわれることであり、数学が内容豊かな学として成立するのも、これに多くを負っている。代数学の範囲内で手近な例を見ても、〈行列〉を構成し、実数の一般的な演算・相等関係に関係付けつつ、新しく和・積・相等性を定義し、それに伴う計算規則を新たに定める、といったことは、この a) による「特種化」の典型である。

それにも拘わらず、フッサールの関心は、ここにも無い。先に第Ⅷ草稿における区分を見た際に、フッサールが「除外される」と付記していた一場合——「操作と関係諸形式とを通した[公理系の]拡張」——が在った。さっき見た「本質外的特種化」もそうだが、当面の「本質的・外的な特種化」も、これに該たる。フッサールの関心は、もっと限定された場面にある。

本質的・内的な特種化

彼が実際に取るのは、b) の道である。「同一の操作のもとで」というフッサールの原則的立場、これに我々は、先に見た第Ⅷ草稿の内で、既に出会った。そこでは、「除外」されなかった——フッサールの関心に沿った——区分の方に、これが付されていた。後に我々は、第Ⅹ草稿における再度の区分の内でも、これに出会うことになる。b) の「内的特種化」とは、まさにこれに付された名称なのである。

「内的」というのは、新しい操作や関係が「外的」に付加される訳ではないということ、既に定義されている諸操作の〈内部〉で、それら諸操作をより詳細に規定することを通して、公理系の特種化が図られるということ、を意味している。

b) の内には更に——

α) 諸操作の特種化を通した内的な特種化。一つの操作は、その操作諸法則を通して定義されている。諸操作は、新しい操作諸法則を通して特種化される。……………

β) 〈開かれたままになっていた〈操作の諸場合〉を、〈存在諸命題 *Existenzialsätze*〉と〈これら新しい諸量のための補完的な操作諸規則〉を介して、固定すること *Fixierung*〉を通した、内的な特種化。

が、区分される。

α) は——

一般的な諸操作が、それらに付随する下位の諸法則の導入によって、さらに特種化される、という場合である。公理系が、新しい操作（ないし関係）そのものを導入することを通して「特種化」される、

ということに関しては、我々は既に見た。これと同じことは、下位の諸法則のレベルにおいても起こる。ここでは、「内的な特種化」が為されるのだから、それは、一定の諸操作の内部で、それらの何れかを詳細に規定する何らかの規則が、新しく付加される、ということによる。

ここでは、公理系の特種化を主導するのは諸法則であって、領域の拡張ではない。領域の拡張は、ここでは度外視されている。例えば、通常の加法に、これを特種化する法則として、 $1 + 1 = 1$ という計算規則を付加すれば、我々は、通常の加法と乗法から成る公理系を「特種化」したことになる。これは、ブール代数が実際にすることである。ここでは、第二分配法則 $a + (b \times c) = (a + b) \times (a + c)$ も導出され得る。しかし、領域はむしろ、0 と 1 だけに縮小される。

β) は——

領域の拡張が公理系拡張を主導する、という場合である。ここに言われる「存在命題」とは、新しい数客観の存在を定義・主張する命題のことである。これを通して、数領域の拡張が生ずる。

「開かれたまま」とは、数客観の定義が不足しているために、或る場合には何らかの操作の遂行が制限を受ける、という事態のことである。方程式を解くための操作として機能すべき際ならば、この場合は「解を有たない」ということになる。必要な客観定義の不足を補う存在諸命題が定立されるに伴って、これら新しい諸客観を操作する際の下位諸法則もまた付加される。このようにして、公理系は、特種化されることになる。

この一場合は、フッサール自身の問題関心から見れば、最も重要な一場合であり、彼の「多様体」理論全体を貫く基本的な主題と関係している。第Ⅹ草稿の内で彼自身の取る道を示したもう一つの区分を見た後で、振り返ることにしよう。

決定可能性と拡張不可能性

さて、先へ進もう。さらに、公理系の「完全性」に関わる二つの記述が、——おそらく、いまの β) の延長上に——付け加えられている。

一つは——

最も完全な内的特種化：何れの客観も、相関的 *relationell* に、従って諸操作を通して、一義的に規定されており、如何なる操作も、また〈操作および関係〉の如何なる諸法則も、この一義的な規定のために欠くことができない。

というものである。

ここに示されている「全ゆる諸客観の一義的規定」とは、「開かれた」場合が全く無いということ——公理系の「決定可能性」——を意味する。先の β)には、開かれたままになっていた<操作の諸場合>を、領域の拡張と公理系の拡張とを通して規定する、という手続きが示されていた。この手続きは、「開かれた」場合が現われる度に、繰り返し進む。いま見ている「最も完全な内的特種化」は、この過程を導く一つの理念として機能するのである。

さらに、もう一つの完全性について——

最も完全な特種化： α) 如何なる新しい諸定式も、もはや可能ではなく、如何なる新しい操作諸法則も、付け加え得ない。 β) <根源的で、導出されたのでない、そういう種類の存在諸命題>を通して固定された諸<量>にとって、如何なる特殊な操作諸法則も、指定し得ない。このことの内には、既に一義性が存している。なぜならば、もし仮に本質的な多義性が存立していたらならば、指定 *Vorschrift* を通して一義性が形造られ得ることになるであろう、からである。

と、フッサールは記す。この記述は、操作諸法則の<拡張不可能性>を示している。

いまの β)に示されている「根源的」な諸客観とは、諸々の実数や虚数単位 i といった、算術にとって最も基本的な諸客観を指す概念である。ここまで拡張された領域に対して、それを規定する公理系を更に拡張することはできない、という場面が、ここでは示されているのである。

先に見た「決定可能性」は、この「拡張不可能性」と、実は同値である。当の公理系が諸客観を一義的に規定しているときに、一定の操作のために新たな下位諸規則を付加することは、諸客観を二義的に扱うことであり、その操作の諸結果に矛盾を生ぜしめる。他方、公理系の拡張不可能性が諸客観の一義的規定を含意することは、いまの β)の記述の内に含まれている。フッサールがそれらに異なる表題を付しているのは、両者の機能的な差異が考慮されているからである。フッサールは、領域と公理系の拡張を導く理念を、「決定可能性」の面から表現している。他方、この理念が実現された結果を、フッサールは「拡張不可能性」の面から表現しているのである。

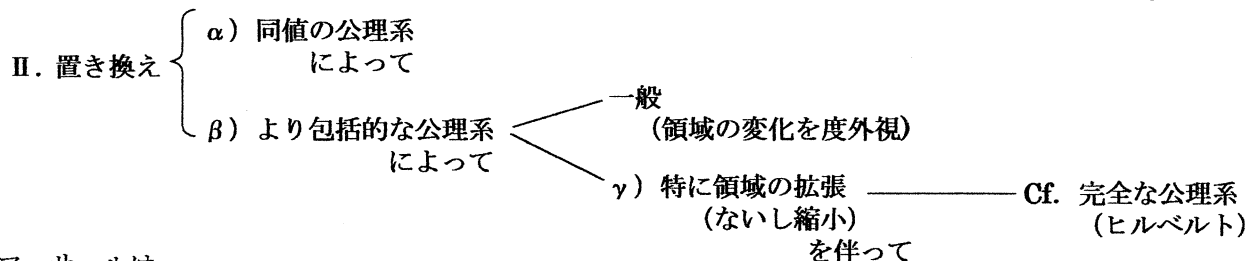
同じ引用中、 α)の方には、拡張不可能性が、領域との関係を抜きに、言わば絶対的に示されている。それはおそらく、領域を拡張するとしても、公理系を拡張することはできない、といった事態を意味するのであろう。例えば、実数から複素数への領域拡張は、ハミルトンの表現——二実数の順序対————を採った場合には、2次元化された新しい諸客観が構成される。このような領域拡張に伴う公理系の変様は、公理系の「拡張」として把握することはできない。実数の公理系は、この意味では、「拡張不可能」である。

何れにせよ、公理系の拡張が不可能な場合に、敢えて領域を拡張しようとすれば、我々は公理系そのものの交換——「置き換え」——へと、進まなければならない。

3.2. 公理系の置き換え→

公理系変様のもう一つの型を見よう(14)。

同様に図を付する。✓



✓フッサールは、——

II. 一つの公理系は、特種化を通してのみ変様され得るという訳ではない。ここで重要な諸可能性は、次に述べる通りである。

として、特種化以外の変様を示し始める。

<より包括的>な公理系

これをフッサールは、まず——

α) 本質外的な変化：同値なものが、或る同値なものによって置き換えられる *ersetzt*。
 β) 公理系が、或る他の公理系——そこから、もとの公理系が帰結するが、しかし、それとは、もとの公理系は同値ではない、そういう公理系——によって置き換えられる。

という、二つの場合に区分する。この段階では、領域という観点は、今導入されていない。

α)については、特に云々する必要は無い。例えば、虚数単位 i を導入した複素数の公理系と、ハミルトンの表現における複素数の公理系とは、若干の補正を施せば、互いに同値であり、互いに置き換えることができる。

β)が、理解しにくい。「そこから、もとの公理系が帰結する」公理系とは、「もとの公理系を演繹的に自らに含む公理系」ということを意味する。或いは別の言い方をすれば、「論理的に<より包括的な>公理系」のことである。このようなく高次元化された公理系概念は、我々が先に第Ⅷ草稿における区分を見た際に、 δ)という一つの場合を機縁にして、既に考察したものである。

この第Ⅷ草稿の δ)は、一つの新しい公理系が構成されるが、もとの領域に対してはもとの公理系へ還帰する、という場合であり、高次元化された公理系がその典型として考えられてよいものであった。そこでは、公理系の高次元化が、領域の拡張と同時に為される、という場面が考えられていた。これに対して、我々がいま当面している「置き換え」の β)という型は、領域という観点とは別に、ただ論理的な高次元性という観点だけに従ったものである。いま、ここに領域という契機が加われば、それは、先の第Ⅷ草稿における δ)と同じものになる。

領域の拡張 ——ヒルベルトの「完全性公理」

そこで、フッサールは、この β)型の置き換えにおいて、それが領域の拡張(ないし縮小)に関わる場合について、特に項目を立てて——

γ) 公理系が、 β)におけるのと同様にして、しかし、<領域がもっと広いものである>という仕方で、或いは逆に、<領域がもっと狭いものである>という仕方で、変更される。

とする。公理系が論理的に<より包括的>になる場合なのだから、領域は実際には拡張されることになるはず

である。ここでフッサールは、「逆に、領域がもっと狭いものであるという仕方で……」と記して、領域の縮小に関しても言及しているように見える。しかし、状況は、先の第Ⅷ草稿の δ)におけるのと同様である。この表現は、もとの狭い方の領域に限定された固有の操作・関係が必要とされる場合に、新しい公理系から、もとの公理系へ還帰する、という事態を意味するのだろうと思われる。

これに直ぐに続いて、極めて重要な記述が在る。フッサールは——

……領域の拡張が、公理系の一つの変更を通してのみ可能である、という場合、ということはすなわち、外的な諸公理の単なる併置を通しては生じ得ない、という場合、[この公理系は]<完全なvolständig公理系>(ヒルベルト)[である]。

と記す。フッサール自身がヒルベルトに言及した、数少ない記述の一つである。

ここで考えられているのは、具体的には、実数の公理系に関するヒルベルトの「完全性公理」である。ヒルベルトによれば、実数領域の拡張とともに、実数の公理系を拡張して、しかも、もと同じ四則演算と順序(大小)関係を維持することはできない。複素数への領域拡張は、公理系の拡張ではなく、公理系の置き換えに依らなければならない、ということになる。

公理系拡張の限界に関するこの概念規定そのものは、一般的な意味では、フッサールにも共通するであろう。フッサールにとっても、領域の拡張に伴って構成される公理系が、もとの公理系の拡張としては在り得ない、という場合には、公理系は、全く新たなものに置き換えられなければならない。

ただし、具体的には問題が残る。「拡張」の構造に関するフッサールの把握の仕方によっては、複素数への領域拡張を公理系の拡張に媒介させることが、不可能ではない。フッサールの考える公理系の「完全性」が、ヒルベルトのそれと同じ具体的な場面に、必ず現われなければならない、というものではない。

4. 第Ⅹ草稿における再区分 ——フッサール自身の道

フッサールは、第Ⅹ草稿において、既に見たように初めに最も包括的な区分を為し、さらに、別の基準から再び区分を為している。しかも、この区分は、同時に彼自身の取る道を自ら示しつつ為されているという点で、極めて重要なものである。我々は既に第Ⅷ草稿における区分の中で、「除外」される場合の

存在から、フッサールの問題関心を或る程度は限定することができた。これから見る区分の中で、我々は、これを確認することができるとともに、公理系の変様に関するフッサール自身の思考方法を、顕在的に明らかにすることができるだろう。

ここでも、理解の助けとして、区分の構造を予め示しておく。(15)

フッサールが取る道を予め示せば、彼は——まず b) を採る。そのうちでも β) を採る。さら

→

変様 { a) 諸連結・諸関係の個数を変更する
b) 同一の諸連結・諸関係のもとで、それらに関する諸法則を変様する

{ α) 諸法則を変更・交換する

{ β) 新しい諸法則を付加する

{ a) 領域の拡張を伴う

{ b) 領域の拡張を伴わない

さて、フッサールは——

多様体の理念は、次の場合に変様される。

として、第X草稿における再度の区分を始める。

この区分においては、フッサールは、先のように「変様」を「特種化」と「置き換え」に二分するのではなく、これらを以下の場合分けの内に分散して組み込んでいる。以下、フッサールの記述を引きながら、詳しく見て行こう。

二つのレベル

——操作・関係と、下位の諸法則

フッサールは、まず——

a) これら諸連結や諸関係の[個]数を変ずる ändern 場合、

b) 我々が与えられた諸連結および諸関係[そのものの個数をは変ぜず、これら]に付随し、それらを形式的に定義する、そういう諸法則>を<変様>する場合、……

と、大きく二つに区分する。フッサールは、<連結・関係そのもの>のレベルと<それらに付随する下位の諸法則>のレベルとの区別を、初めから働かせるのである。

a) は、要するに、四則演算等の<操作>や相当・大小の<関係>という公理系の根幹に関わるレベルにおいて、諸公理を廃棄あるいは付加したり諸公理を交換したりすることである。

この一場合は、先に見た第X草稿における初めの区分のうち、三つの場合を、同時に包括している。第一に「本質外的」な特種化、第二に「本質的」だが「外的」な特種化、そして第三に、諸公理の交換——公理系の「置き換え」——が、操作・関係そのもののレベルで生ずる場合、である。もっとも、これらは全て、後に見るように、フッサール自身を取る道からは外されるのだが……。

b) は、公理系の<変様>を、四則演算等の<操作>や相当・大小の<関係>というレベルで行なうのではなく、これらには手を付けずに、これら操作や関係を詳細に規定する諸々の<法則>のレベルにおいて行なう、というものである。与えられた諸操

には(後の方の a, b では)、a) の内部で、b) が不可能になるところまで進む。———ということになる。✓

作・諸関係の「内部」で考えるというフッサールの枠組みに、我々はここでも出会うのである。ただし、ここではまだ、内的な「特種化」だけに限定されているのではなく、言わば内的な「変様」一般が考えられている。そのことは、この場合の内に更に区分された次の二場合を見れば分かる。

下位諸法則の交換と付加

フッサールは更に、この b) の内部を二つに区分する。ここで、操作・関係に付随する下位の諸法則について、言わばこのレベルにおける「置き換え」と「特種化」とが、区別されるのである。「その際に」として、フッサールは続け、——

α) 我々は、数の諸法則を<変様>することができ、ないしは、我々が排除した諸法則に替えて、他の形式を有った他の諸法則を採用することができる。

β) [或いは——] 我々は、既に受け容れられた諸法則を保持して、それらに新しい諸法則を付け加える、ことができる。

と、二つの可能性を示す。

α) は、若干理解しにくい。これは、先に見た第X草稿における初めの区分の内には現れなかった一つの場合である。或る公理系が定義している操作や関係は、それらを詳細に規定する諸々の規則を通して更に「特種化」される、ということは、先に見た。このような「特種化」が幾つかのオルターナティブを有する場合、その一つから別の一つへと移行するといったことを、フッサールは考えているのだろうと思われる。このタイプの公理系変様は、下位諸法則のレベルで起こる公理系の「変更」ないし「置き換え」に他ならない。

これに対して β) は、諸操作や諸関係の下位に在る諸規則に関して、α) のようにそれらを他のものに変更するのではなくして、純粹に新しい下位規則を付け加える、という場合である。ここまで来てようやく我々は、先に「内的」な「特種化」と呼ばれ

ていた一場合に達する。同一の諸操作・諸関係のもとで、ただ下位諸法則の付加のみが為される場合が、「内的特種化」なのである。

フッサールの道

さて、ここまで区分を進めた段階で、フッサールは、自らが取る道を示す。フッサールの思考方法を知りたい我々にとって、最も注意すべき記述である。

フッサールはまず、——

我々は、明らかにただ一つ重要な、或る<場合>を定める。<或る多様体が、確固とした個数における一定の諸連結と諸関係——これらを定義する一定の諸公理と共に——を通して、性格付けられる>という<場合>である。いまやこの<多様体-理念>が、更に整えられ・更に規定されるべきである。(16)

と記す。要するに、「確固とした個数における一定の諸連結と諸関係」を前提して考える、ということである。すなわち、フッサールが最初に区分けした a) と b) のうち、b) を取る、ということなのである。第Ⅷ草稿で我々が見たこと、そして、第Ⅹ草稿での先の包括的区分においても、我々がそれに従って考えてきたことが、ここで確認される。第Ⅷ草稿においてフッサールが、「1) 諸操作と関係諸形式に関する公理系の拡張」を「除外」して、「(2) 領域の拡張」の方を取った際に、彼は「同一諸操作の範囲の内部で」という理わり書きを付していた。このことの基底に在るものを、第Ⅹ草稿のこの場所で、彼は言葉にして示しているのである。

この b) は、さらに、α)[下位諸法則の交換]と、β)[下位諸法則の付加]とに、区分されていた。続きを見よう。フッサールは、——

……………我々は、この理念[そのもの]を変様すること——この理念の内容を部分的に廃棄するような変様——を排除する。従って、諸々の法則は、存立し続けるべきである。新しい諸法則を幾つか付加することのみを、我々は許容する。(17)

と記す。

このことは、β) の方をフッサールが取る、ということの意味する。α) においては、下位諸法則の一部を差し替えることによって、公理系の<置き換え>が生じている。諸法則が純粋に追加されることが、公理系の<特種化>であり、公理系の<拡張>である。フッサールが自らの問題関心を通して求めるのは、こちらなのである。

ここまでで、フッサール自身の考える「公理系の拡張」が、どのような形を取るのかが分かる。もとの公理系における諸連結(諸操作)と諸関係を、そのまま保存する。その上で、これらに付随する下位

の諸法則について、もとの公理系に在ったものを保存し、さらに新しい下位の諸法則を付け加える、ということである。「内的な特種化」とは、これなのである。

残るのは、これが領域の拡張と結び付けられることである。

領域拡張との関係

さて、フッサールは——、

そこで我々は、更に区別を為さなければならない。として、いまの β) の場合の内に、——

a) 既に定義された諸法則の諸拡張は、[各々]一つの領域を境界付ける *umgrenzen*。新しい諸命題を通して、新しい諸客観が定義される[領域が拡張される]。すなわち、<新しい諸命題によって、既に定義された諸客観から区別される、そういう諸客観>が、である。

b) 固有の[それだけの]特種化、[領域の]拡張を伴わない内的な特種化。

という二つの場合を区別する。この段階で初めて、「領域」という契機を、フッサールは区分の場に導入することになる。

a) は、諸法則の付加による公理系の拡張が、数領域の拡張に伴って為される、という場合である。ここに言われる「新しい諸命題」とは、フッサールがしばしば「存在諸命題」と呼ぶもので、新たな数諸客観を定義しつつ・その存在を主張する諸命題のことである。他方 b) は、同一の数領域を保持しながら、諸法則の付加のみを行なう、という場合である。

ここでの a) と b) とは、何れかが選ばなければならない、という意味での区分けではない。実際には、b) が不可能である局面が現われるまで、a) の過程が進む。b) は、それが不可能であるという場面を示すために、特に想定された場合である。直ぐに続けて、この間の事情を——

[領域の拡張を伴わない]内的な特種化は、——我々は要求するが——いまや、可能たるべきではない。同一の諸客観にとって、境界付けられた領域の諸客観にとって、[——我々は要求するが——]如何なる新しい諸公理も、付け加えられるべきではない。(18)

と、フッサールは記す。言い廻しの奇妙さゆえに若干分かりにくいのだが、フッサールの言いたいことは、のような領域拡張を伴わない「内的特種化」が不可能となることを、我々は求める>ということである。

この記述はミスリーディングなほど省略されたものだが、フッサールはここで、先の包括的区分の内「特種化」の最後に触れられた「完全性」の場面へと、実は一機に進んでいる。b)は、完全な特種化という理念に関わっているのである。このことは、フッサールがこの引用に直ぐに続けて——

我々が諸々の拡張を排除する際には、なお一つの規定のみが存在する。多様体の理念を変更せず、ただ<質料化>する *materiesieren*、そういう規定が、である。(19)

と付け加えている、ということから分かる。この「質料化」という語は、公理系の拡張——特種化——が、領域の拡張を伴いつつ進み、限界に達したという場面において、特に現われてくる語である。フッサールが主題とする公理系の「特種化」は、形式に関する特種化である。これに対して、何れの公理系も、多様な適用対象を有し、その限りで様々に「質料化」され得る。この意味での「特種化」のみが可能であるという局面、それは、公理系の形式に関しては、更なる特種化が不可能であるという場面、すなわち公理系の拡張不可能性が現われる場面なのである。

いよいよ我々は、フッサール自身の取る道を、フッサール自身の言葉を通して、最終的に知ることができる。それは、β)に示された「内的特種化」が、a)によって導入された<領域の拡張>という契機と結び付けられたところ、すなわち<領域拡張に伴う内的特種化>の上に在る。そして、この過程を、b)が不可能となるまで進む、ということが、フッサールの取る道なのである。

「想像的なものを通る通路」

ここで、同じ第X草稿における先の包括的区分を振り返って、いま我々が知ることのできたフッサール

の道を、その内に探してみよう。そこにおいて「内的特種化」という概念が現われたのは、2)本質的特種化の一場合b)においてであった。さらにこれに加えて「領域」概念が導入されたのは、この「内的な特種化」の内に区分された一つの場合——β) <開かれたままになっていた<操作の諸場合>を、<存在諸命題 *Existenzialsätze*>と<これら新しい諸量のための補完的な操作諸規則>を介して、固定すること>を通した、内的な特種化——においてであった。フッサールの取る基本的な進路に、先の包括的区分の内に対応するのは、この一場合なのである。

フッサールは、このように、彼自身の立場を示す決定的に重要なこの場面において、「存在命題の付加」すなわち領域の拡張ということ、を、「開かれたまま」であった操作を規定する、ということに結びつけている。このことは、フッサールの「多様体」論の上で、一つの本質的な点を表現している。一定の操作の遂行は、客観の定義が不足しているがゆえに制限を受け、従って「開かれたまま」という事態に直面する。その度に、公理系は「想像的なもの」に突き当たる。「負数」、「分数」、「無理数」——フッサールの場合、代数的数の範囲内で——、そして「虚数」は、何れも、次々に現われる「想像的なもの」である。これらを、<現実なもの>として、その都度繰り返し操作体系に取り込むことこそ、一般に、数領域の拡張とそれに伴う公理系の拡張——特種化——とを導く動機であった。公理系の拡張が進むこのような過程のことを、フッサールは、「想像的なものを通る通路」*Durchgang durch das Imaginäre*と呼ぶ(20)。この過程は、もはや「開かれたまま」という事態が現われなくなるまで進む。そして、この過程を哲学的に基礎付けることこそが、フッサール「多様体」論の基本的な問題関心なのである。

5. おわりに

我々は、公理系変様の諸相に関して、フッサールの緻密な思考によって各々の観点から為された、三通りの区分を見てきた。そして、それら諸区分を通して、フッサール自身の取る道が、領域拡張に伴って為される「内的特種化」ということの上に在る、ということを知ることができた。

この道が完全に辿られ尽くしたところに、公理系の「決定可能性」ないし「拡張不可能性」が、言わ

ば絶対的な意味で現われてくる。この事態は、いままで見てきた三通りの区分の何れにおいても、フッサールによって各々の仕方で語られている。

しかし、これらに関して筆者が加えてきたコメントは、実は、或る一つの「ドグマ」に基づいていた。それは、最後に現われる「想像的なもの」——「虚数」——を、フッサールは如何に把握しているのか、ということに関わる。実数の公理系に関するヒルベルトの「完全性公理」——従って、実数の公理系の「拡張不可能性」——については、先

に触れた。これに対して、フッサールならば、ハミルトンの表現による複素数については、ヒルベルトと同様に公理系の「置き換え」として把握するであろうが、他方、虚数単位 i を導入するタイプの複素

数については、公理系の「拡張」として把握するであろう。この「ドグマ」は、しかし、筆者の独立した他の一考察に基づいている。本『紀要』本号別稿(21)は、この問題を扱うことになるだろう。

注

- 1 フッサールアナ第XII巻には、『算術の哲学』第二巻の準備稿を含めて、数論の基礎を探究した10編の草稿が収録されている。これを、『数理哲学草稿』と呼ぶことにしよう。
- 2 拙稿で主題として扱う二つの草稿には、次の表題が付されている。第VIII草稿「公理系の領域／公理系——操作体系」、第X草稿「多様体の形式的規定について」
- 3 第VIII草稿における区分の引用箇所を、一括して示す。
Husserliana, Bd. XII, S. 473, Z. 36-S. 474, Z. 13.
以下、区分そのものを表現する引用は、他の付随的な引用から区別するために、左右を点線で囲う。
- 4 「公理系」は、操作・関係に関する諸公理と、客観を定義する存在諸命題とを、含んでいる。しかし本稿においては、これら両者の機能の相違に着目して、「拡張」ということに関わる限り、操作・関係に関する諸公理の付加を「公理系の拡張」と言い、存在諸命題の付加を「領域の拡張」と言うことにする。
- 5 第VII草稿には「確定性と公理系の拡張とについての三つの研究」という表題が付されている。
- 6 Husserliana, Bd. XII, S. 455, Z. 24-Z. 29.
- 7 Husserliana, Bd. XII, S. 456, Z. 26-Z. 30.
- 8 第X草稿における当該区分のうち、「特種化」の分について、引用箇所を一括して示す。
Husserliana, Bd. XII, S. 494, Z. 10-S. 495, Z. 4.
- 9 Husserliana, Bd. XII, S. 493, Z. 29-S. 494, Z. 4.
- 10 ここでは、「特殊」 *besonder* という本来の語に依った。本稿では、一般に、フッサールの用いる *spezial* という語を「特種」と訳し、同様に *Spezialisieren* という語を「特種化」と訳す。いずれも、フッサールが多用する「スペチエス」(種) *Spezies* という語に深く関わっている。なお、先の引用には *Art* という語が用いられているが、本質的には差異は無い。
- 11 「連結」と訳した *Verknüpfung* という語を、フッサールは「操作」 *Operation* と同義に用いる。何れも演算のことである。
- 12 Husserliana, Bd. XII, S. 472, Z. 25-Z. 36
- 13 a.a.O.
- 14 先と同様に、「置き換え」の分について、引用箇所を一括して示す。
Husserliana, Bd. XII, S. 495, Z. 5-Z. 16.
- 15 第X草稿における当該再区分の引用箇所を、一括して示す。
Husserliana, Bd. XII, S. 496, Z. 6-Z. 16.
Husserliana, Bd. XII, S. 496, Z. 27-Z. 32.
- 16 Husserliana, Bd. XII, S. 496, Z. 17-Z. 21.
- 17 *ibid.*, Z. 22-Z. 25.
- 18 Husserliana, Bd. XII, S. 496, Z. 33-Z. 35.
- 19 *ibid.*, Z. 35-Z. 38.
- 20 Husserliana, Bd. XII, S. 440, Z. 6 & S. 443, Z. 35.
- 21 フッサールの数理哲学(7)——「虚数」の問題——

Husserl's Philosophy of Mathematics 6 —— 'Specialization' of an axiom-system ——
Kohtaroh NINOMIYA*

In this treatise we investigate several ways to modify an axiom-system in Husserl's theory of the axiom-system. Under 'modifying' of an axiom-system he differentiates 'specialization' and 'substitution' of an axiom-system. For both, the extension of the number-domain is an important moment. 'Specialization' of an axiom-system means by him 'Extension' of it. Husserl's main interest lies in the 'inner specialization', that is, specialization through addition not of operations nor of respects themselves but of sub-ordered laws.

Keywords : extension of an axiom-system, modifying, specialization, substitution, sub-ordered laws, extension of the number-domain, phenomenology

* Common Subject Division

フッサールの数理哲学(7) —「虚数」の問題—

二宮 公太郎*1

Husserls Philosophie der Mathematik 7 —Frage des “Imaginären”—

Kohtaroh NINOMIYA

(原稿受付日 平成14年5月7日 論文受理日 平成14年8月30日)

Kurtzfassung

Wir erweitern den Gebiet der Realen Zahlen zu dem der Komplexen Zahlen. Können wir dann das Axiomensystem der Komplexen Zahlen als die Erweiterung von dem der Realen Zahlen ansehen? Es handelt sich um wie wir den Ausschluß der Ordnungsbeziehung denken. Die komplexe Zahlen sind entweder auf Hamiltonische Weise oder mit der imaginären Einheit ‘i’ ausgedrückt. Im letzteren Falle, nach Husserls Theorie der Erweiterung, können wir die Frage bejahen.

Schlüsselworte : komplexe Zahlen, Erweiterung des Gebietes, Erweiterung des Axiomensystems, das Imaginäre, Phänomenologie

1. はじめに

本『紀要』第50号載録の拙論⁽¹⁾において、筆者は、公理系の拡張に関するフッサールの理論を、ヒルベルトとの関係において扱った。その際に、「複素数」への領域拡張に際して、公理系の拡張に対する態度が、フッサールとヒルベルトとは異なっている可能性が在る、ということが触れられ、同時にその解明は、筆者にとって「別稿」の課題とされていた⁽²⁾。本稿は、それに応えることを意図している。

問題の中心は、実数から複素数への数領域の拡張に伴って、新しい公理系が、順序(大小)関係を定義しないという大きな変様を受ける、ということに在る。

この変様が、公理系の「拡張」として把握し得るか否か、が問題なのである。

ヒルベルトは、これを否定する。実数の公理系に関するヒルベルトの「完全性公理」は、このことを示している。この場合には、実数の公理系から複素数の公理系への変様は、単なる拡張ではなく、「変更」ないし「置き換え」として、把握されることになる。この考え方は、自然であり、一般に数学者にも受け容れられ易いものである。

しかし、＜新旧両領域の諸要素と、それらに関わる公理系中の諸法則との、対応関係＞について、その構造をフッサールの仕方によって理解する場合には、この変様を公理系の「拡張」として把握し得る可能性も現れてくる。その際に、複素数の構成を、＜虚数単位 i ＞を導入することによって為す場合と、＜二つの実数の順序対＞として為す場合とでは、様

*1 共通講座・哲学

相を異にするであろうことが、おのずと推測される。『数理哲学草稿』(3) 第Ⅶ草稿(4) 中には、我々が、新旧両領域と諸法則との対応構造に関するフッサールの理解を知る上で、極めて重要な議論が展開されている。これを我々は、いま仮に「部分の理論」と名付け、まず初めに詳細に考察しよう。次いで、 \langle 二実数の順序対 \rangle とするタイプと、 \langle 虚数単位 i \rangle を導入するタイプとについて、この順で、複素数の公理系が実数の公理系の「拡張」として把握し得るかを、検討しよう。

2. 「部分の理論」

この草稿は、三つの研究から成る。フッサールは、公理系の決定可能性を多様体の拡張との関係において論じた「第二研究」の中で、正の偶数の系列から整数一般の系列——この場合これで充分である——への拡張と、後者から \langle 複素数 \rangle の2次元系列への拡張とについて、それらを全く並列させて、新旧公理系の関係に関して、こういう言い方をしている。すなわち——

正の偶数の系列は、二方向に無限な数系列の一つの部分である。この後者は再び、複素数から成る2次元多様体の一つの部分である。正の偶数の体系は、一定の要素的な諸関係を通して定義されている。これら諸関係においては、数系列の拡張を通して、[もとの系列に関して] 何ものも変ぜられない。如何なる新しい要素的な諸関係も付加されず、ただ、新しいもの[体系]と古いもの[体系]との間に、新しい諸要素と諸関係が、付加されるだけである。拡張された領域の諸法則は、狭い方の領域の諸法則を包摂する。ただしそれでも、古い領域のためには、如何なる新しい諸法則も設定されない、という仕方である。古い領域においては、まず諸要素・諸々の数が、そして次に、諸数の諸相関が、[また] 諸数の諸関係と諸連結のための諸法則が、定義されており、新しい領域においては、新しい諸相関が、新しい諸要素と同様、定義されてもよい。さらには、新しい領域においては、古い諸要素と古い諸相関とを包含するような、同様にまた[古い体系と新しい体系との]両方の諸要素と諸相関とを包含するような、そういった考え得る諸々の関係が、存在するであろう。(5) というふうである。

ここで、ふた通りの領域の拡張において、 \langle 新旧の公理系が有する諸法則と、新旧の諸要素との、構造関係 \rangle に関して、両者を全く区別せず、一様に事

を考えている、ということに注意したい。

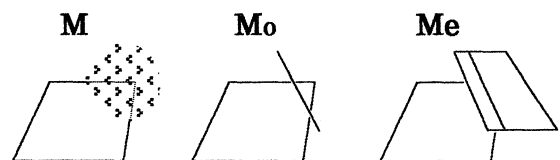
この記述の前には、領域の拡張と新旧公理系との関係を「部分」という概念を用いて説明した議論が在り、いま引用した記述は、この議論を結論的にまとめたものである。この議論は、「 \langle 拡張された多様体の公理系は、古い諸客観に何ら新しい諸性質を付与し得ない \rangle ということ、はたして自明のことなのであろうか？」(6) という文脈の中で論じられるものだが、その内容の上で、冒頭に提示された問題に、極めて深い関係を有している。

これを仮に「部分の理論」と呼び、しばらく考えてみよう。

a. 領域の拡張

まず、フッサールは、一つの例を挙げる。

或る多様体 M を考えてみよう。その多様体は、 \langle 一つの2次元ユークリッド多様体 \rangle と \langle 他の諸要素の一総体 \rangle とから成り立っている、というふうに。そうすると、或る多様体——それは、 M_o と名付けられよう——が、 \langle 一つの2次元ユークリッド多様体 \rangle と \langle 孤立した[先の上にはない]一本の直線 \rangle とから成り立っている、という場合は、一つの特種な場合である。そこで我々は、拡張ということを、次のように実行することができる。 \langle 先のもの他にも更にまた、 \langle 件んの「他の諸要素」——或いはいまの場合、件んの直線——を自らの内に含み込む一つの2次元多様体 \rangle が、それ[拡張された多様体 M_e]に属する \rangle という具合に、それもまさに、 \langle 拡張する諸規定が、当該の平面から除外された諸要素を、或る一本の直線に属するものとして、現われさせる \rangle という具合に、である。(7) $(M_o \subseteq M_e)$ 。そうすると、拡張ということの内には、 \langle 除外された多様体の「点」で、或る直線的な延長の上に存しないという「点」は、一つも存在しない \rangle という命題が、妥当することになる。しかし、 M においては、この命題は妥当しない。そこにおいては、 \langle 除外された諸要素が、一本の直線の上に存するのか、或いは一般に、当該領域内で既に定義された或る図形の上に存するのか \rangle は、無規定である。(7) というものである。理解のために図を付する。



フッサールの言いたいことは、 M_e は、 M_o から

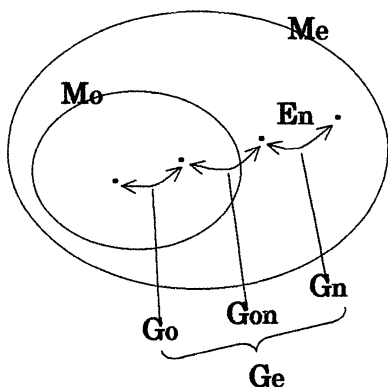
の拡張ではあっても、**M** からの拡張ではあり得ない、ということである。フッサールが後に述べることだが、**Mo** は、既に **M** に対して「特種」な規定を付け加えたものであり、これを拡張した **Me** は、**M** の拡張であるための資格を初めから欠いているのである。

b. 諸法則

ところが、**Mo** から **Me** への拡張は、単に＜領域＞の拡張である。今度は、それらを規定する＜公理系＞の問題が論じられなければならない。フッサールはこう記す。

Me は、**Mo** の [**M** の、ではなく] 拡張であるということになる。それ故、**Me** は、**Mo** の諸要素と他の諸要素とから、成り立っている。これに留まっては、充分でない。諸々の **Mo** は、**Me** の一つの部分である、ということになる。**Me** は、**Mo** という概念に該たる一つの部分を有つ。しかし、これもまた、充分ではない。**Me** への拡張は、**Mo** を、それが在るがままのものとして、紊乱 *stören* することが在ってはならず、とりわけ、それを特種化する *spezialisieren* といったことは在ってはならない。言い換えると、**Me** のための定義的な諸規定は、**Mo** のそれらにとっては、一つの単なる拡張である、ということではなければならない。それ故、我々が **Mo** にとっての諸法則を考え、それらを **Go** とし、また、新たに付加される諸要素が **En** であるとするならば、これら諸要素 [**En**] にとって、それらの専らの相互間の関係においては、諸々の **Gn** が妥当するということになり、それからまた、我々が、両方の種類の諸要素を、それらの相互への関係において考えるならば、今度の諸法則は、諸々の **Gon** とされるだろう。そこで、このようにして、**Ge=Go+Gn+Gon** ということではなければならない。(8)

というわけである。今度も図を付する。



容易に分かるように、先の例に当てはめて＜領域

＞を具体的に理解すれば、**Mo** とは＜一つの2次元多様体と一本の直線＞のことであり、**En** とは＜先の一本の直線を含む平面(この直線そのものを除く)＞のことであり、**Me** とは＜これらを合わせた全体＞のことである。

重要なのは、＜法則＞の方である。ここに、領域の拡張と公理系の拡張とに関する構造についての、フッサールの基本的な考え方が現われている。新しい公理系の諸法則 **Ge** は、要するに三つの部分から成る。すなわち、もとの領域 **Mo** 内部の諸要素には、それらを規定する諸法則 **Go** が対応し、**Me** への領域の拡張に伴って新たに付け加えられた諸要素 **En** には、それらを規定する諸法則 **Gn** が対応し、そして、これら両種の諸要素には、両種に跨ってそれらを規定する諸法則 **Gon** が対応する、ということである。

このことでフッサールが言いたいことを、続けて彼は――

これら諸法則は、この形式において記述できるのでなければならない。このことで我々が思い做しているのは、次のことである。すなわち、――
――＜当該の[拡張された]多様体 [**Me**] が、部分多様体 **Mo** へと還元され、或いは、新しい多様体が、**Mo** に属する諸要素へ制限される＞という想定 *Annahme* は、＜**Ge** は **Go** へと還元され、その際、このことに伴って **Mo** のための更なる規定が帰結することはない＞ということ、を、自ずと条件付けることになる。――と、こういうことである。(9)

と、まとめる。＜拡張された領域全体を規定する、公理系＞**Ge** は、それが特に部分としてのもとの領域 **Mo** に限定されて適用された場合、それを規定する諸法則が、＜**Mo** を当初から規定していた、**Mo** に固有の公理系＞**Go** を越えることが在ってはならない、という訳である。

ここまでのフッサールの記述は、領域拡張と諸法則との対応構造を素描したに過ぎず、その言わば理念型を示したに過ぎない。現実には、もとの多様体 **Mo** は、領域拡張によって「部分」となった場合、「全体」の方から何らかの規定――それが「特種化」であってはならないにせよ――を受ける。フッサールによる以下の記述は、このことを含めた上で、より詳細な説明に充てられる。

c. 「形成」された諸規定

そこで、フッサールは新たな例を挙げて、

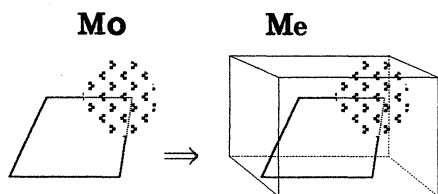
…… 例えば、＜一つの2次元の一樣な[滑らかな]ebene多様体＞と＜更なる諸要素の一総体＞

とから成り立っている或る多様体から、私は出発するでしょう。(10)

とする。この例は、先の例では **M** と呼ばれ、その拡張が成立しないとされていたものである。フッサールは続けて、今度はこちらを拡張する。そして、そこに現われる一定の変化に言及して、——

そして私が、「この多様体は、或る<3次元の様な【滑らかな】多様体>の部分たるべし」と言明することによって、拡張を為すならば、その場合、その拡張された多様体にとって、<3次元の多様体が、一般にそれを通して定義されるところの、諸法則の述語>が妥当する。部分多様体にとっては、<一つの2次元多様体>プラス<諸要素の総体>という概念から現われてくるものが帰結するが、単にそれだけではなく、また、部分多様体のために、<一つの2次元多様体>プラス<この様な【滑らかな】多様体そのものが属するのと同様に、一つの3次元ユークリッド空間に属する、そういう諸要素の、一総体>という内容豊かな規定を、我々は受け取りもする。(11)

とする。理解の便宜のために、これも図を付する。



この図を含めて、これ以降、諸法則 **Go**, **Ge** との対応を保つために、我々は、拡張される前の多様体を **Mo** と表示し、拡張された後の多様体を **Me** と表示することにしよう。そして、**En** や **Gn**, **Gon** という他の表示も、フッサールが諸法則について論じた先の記述に対応させることにしよう。

この「拡張」を通して、もとの多様体——<一つの2次元の様な多様体>と<更なる諸要素の一総体>——は、3次元空間の部分であるという性格を明確にすることになる。このことによって、元の多様体は「内容豊かな規定」を「受け取る」という訳である。

少し後に、フッサールは、この「内容豊かな規定」について具体的に——

……拡張された多様体の内で増された「新たに付加された」諸要素を捨象することは、<最初が多様体の諸要素のための或る規定で、以前には言明されていなかったもの>を、あとに残す「……を捨象しても、……が尚お残る」。すなわち、——<それら諸要素は、或るユークリッド多

様体の諸要素である>ということ、<それ故に、以前には全く無規定であった諸要素のうち、各々二つのものが、或る一定の隔たりを有っている>ということ、<このような諸々の隔たりの二つのものは、相互に比較され得るものである>ということ、<このような幾つかの隔たりは、最初の2次元多様体の諸要素と<更なる諸要素>との間にもまた成立している>ということ、同様にその他のことごと——である。(12)

と記している。

これらの規定は、初めの多様体が、3次元空間へと拡張されると同時に、その部分として新たに性格付けられることによって獲得するものである。そしてこれらこそ、フッサールが後に「形成された」諸規定と呼ぶものである。ところが、これらの規定は、最初が多様体を「特種化」するものではなく、実は最初が多様体が初めから有っていたものに他ならない、というのが、フッサールの言いたいことなのである。

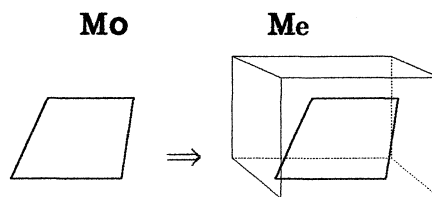
d. 高次元化と特殊化との相違

この引用の直前に、フッサールは、いまの例と対比する意味で、もう一つ別の・もっと単純な例を挙げている。彼は——

仮に、最初が多様体が、単に<或る2次元の様な【滑らかな】多様体>から成り立っている、といったような場合には、その諸要素への制限は、そのような種類の諸多様体にとっての諸原則へと、到り着くであろう。この「2次元の様な」多様体の無規定性の故に、そして、外的な——すなわち、新たに付け加わった諸要素への——諸関係を捨象することが求められるが故に、一つの2次元多様体一般という概念から帰結しないような何ものも、結果として生じることは無いであろう。

(13)

と記す。これにも図を付す。



初めの多様体が単なる2次元である場合には、3次元に拡張した後に、その際に付加された諸要素を捨象すれば、後に残るのは、単にもとの2次元多様体である。このことは明らかである。しかし、この例には奇妙な疑念が含まれている。

この例においても、諸々の点の間に、「一定の隔たりを有つ」とか「それら隔たりは相互に比較し得る」とがといった、前の例と似た規定は、実は成立していると言える。この2次元多様体は、<3次元の中に置かれた2次元>としての規定を、実は受け取っているのである。最初の2次元多様体——平面として幾何学的に考えよう——の上に直交座標をとれば、諸要素は、 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , ……として表現される。3次元——空間——に拡張された際には、もとの平面に直交するもう一つの座標軸を加えれば、もとの2次元多様体の諸要素は、今度は、 $(x_1, y_1, 0)$, $(x_2, y_2, 0)$, ……として表現されることになる。<拡張された多様体の内で、もとの多様体が「形成」される>とは、このことである。

ところが、このような言わば<高次元化>は、領域拡張の欠格条件である「特種化」ではない。もとの多様体は、高次元化されるとしても、実質的にはもとの2次元平面の性格を保存している。これら高次元された座標は、もとの平面の外部に在る諸点を示す訳ではない。また、もとの平面が例えば球面へと「歪め」られたりする訳でもない。ましてや、もとの平面上の諸点の一つの直線上に在るような仕方では還元を受ける訳でもない。最初の例において領域の拡張であることを否定されたものを想起しよう。そこでは、もとの多様体は<2次元多様体と、その外に在る諸要素>であった。しかし、これが「拡張」されたものであるか否かが問題とされる多様体は、<2次元多様体と、もう一つの2次元多様体>になっていた。ここでは、単なる「諸要素」だったものが、一つの平面へと、形を変えられている。このような言わば領域の<変形>が、領域拡張には禁ぜられる「特種化」なのである。(14)

e. もとの諸法則を越えない

さて、主題となっていた例に戻ろう。<2次元多様体と、その外部の諸要素>から成る多様体が、<3次元空間>へと拡張される、という事例であった。拡張された領域の中で、もとの領域は、先の通り具体的に挙げられた「豊かな諸規定」を受け取った。そこには、2次元平面上の二点の間の、或いは、この平面の上に在る一点とその外に在る一点との間の、隔たりに関わる諸規定等が、3次元空間中の諸規定として現われてくる。しかし、それらは、もともと単なる2次元平面を越える言わば<ふくらみ>を含んでいた多様体が、初めから潜在的に有っていた諸規定に他ならず、それらを顕在化させただけのものに

過ぎない。そこには、もとの多様体に「変形」を加えるような「特殊化」は、存在しない。こうして、フッサールは——

それゆえ、Geとは、<部分多様体[の諸法則] Go への制限が生じて、[部分多様体 Mo への関係において]これ[Go]を越えない nicht mehr>という性格のものである、ということではなければならない。別の言葉で言えば、<Moの内的な諸関係に対して、MoへのGeの単純な適用を通して、形成されたもの Gebilde として Me の内で生じる、そういう諸原則>は、まさに、<当初から Mo を絶対的に支配していた諸法則>であるのでなければならない。それゆえ、拡張ということの定義とは、次のような類いのものである。すなわち、それは、<拡張の、制限された領域にとつての、直接的な・また同時に完全な結果>は、我々が外的な[拡張に際して付加された]諸要素を度外視するならば、まさにこの領域の最初の定義である、ということである。(15)

と断ずる。先に具体的に示された「豊かな諸規定」は、<拡張された領域全体を規定する諸法則 Ge が、特にもとの領域 Mo に制限されて適用された場合、そこに「形成された」諸規定>である。このような諸規定は、「以前には言明されていなかった」だけであつて、「当初から Mo を絶対的に支配していた」諸規定に他ならない、すなわち、この形成された諸法則が、実は当初の諸法則 Go を越えるものではない、という訳である。

そして、逆に、領域の拡張とは、こういう場合を言うのだと、フッサールは説く。

逆に言えば、私に一つの多様体が Mo として与えられているとして、M は、次の場合に[限って]、Mo の一つの拡張である。それは、Mo が、M の内部で、如何なる“特種化” Spezialisierung をも、もはや被らない、という場合、言い換えると、より詳細な規定——それからならば、M にとつての新たな諸命題とか M に含まれている諸要素や諸々の被形成者[形成された諸々のもの]Gebilde とかが生じてくることが在り得たであろうような、そういう規定——の如何なるものも、もはや被らない、という場合である。私が、或る Mo を、M へと拡張する場合、その Mo は、M の内に存し、その際、形成されたものとして、やはり一つの Mo である。これによって事情は種的 spezi fisch に異なる、というものではない。(16)

というふうに……。もとの領域を素乱すれば、それは、拡張ではないのだ、ということである。

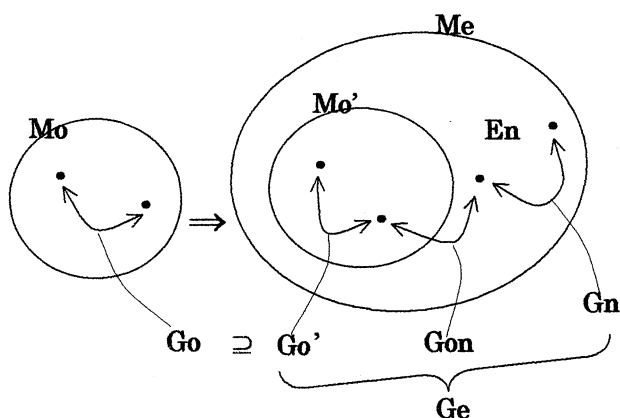
f. 部分の理論と公理系の理論との関係

「部分の理論」は、直接には、領域拡張——その条件——の理論である。領域が拡張されるということは、公理系が拡張されるということを、直ちに意味する訳ではない。公理系が同一に保たれたまま領域が拡張されるという場合は、もちろん在る。さらに、公理系の「置き換え」と呼ぶべきものが領域の拡張を媒介するという、重要な場合がある。詳しくは本『紀要』本号別稿(17)で扱われていることだが、フッサールは、一般的注として——

……しかし、公理系が拡張されるべきでないという場合には、領域は、古い公理系を演繹的に自らに含む公理系を介して「拡張される」ということに、おそくなるだろう。このような仕方では、確実に、如何なる領域も拡張され得ることになる。例えば、2次元のユークリッド多様体は、 n 次元の多様体へと……。 (18)

と記している。古い公理系を「演繹的に自らに含む」とは、理解しにくい表現だが、別の箇所(19)でフッサールは、古い公理系を「論理的に包摂する」という言い方もしている。何れにせよ、挙げられている例から見て、<次元を高次元化するような公理系の変様>を意味すると、考えてよいだろう。

このことを考慮しつつ、また、以下の記述を視野にいれながら、これまで見てきた「部分」の理論を、まとめておこう。厳密を期するため、「形成」という観点を、顕在的に導入する。例によって、理解のために図を付そう。



もとの多様体 Mo から、それに新しい諸要素 En を付加して、新しい多様体 Me へと、領域を拡張することを考える。 Mo は、それ自体において、当初の諸法則 Go によって規定されている。新しい多様体を規定する諸法則が、特にもとの領域に制限されて適用された場合に、それを規定する諸法則が Go' として「形成」され、これとともに、新しい多様体の内にもとの領域が Mo' として「形成」される。 Mo から Me への領域拡張が正当なものと

して成立するためには、形成された諸法則 Go' がもとの諸法則 Go を越えないこと、従ってまた、形成された領域 Mo' が、もとの領域 Mo それ自体を「特種化」したものではないこと、が必要である。その上で、新しい諸要素 En を規定する諸法則を Gn とし、 En と形成された Mo' の諸要素との間を規定する諸法則を Gon とすれば、拡張された新しい領域を規定する諸法則全体 Ge は、形成された諸法則 Go' に加えて Gon と Gn という、三種の諸法則から合成される。

新旧二つの公理系の間の関係は、もとの諸法則 Go と拡張された領域の諸法則全体 Ge との関係である。後に詳述することを先取りしておこう。新しく加えられた諸法則—— Gon か Gn ——の内に、もとの諸法則 Go には無かった——従って形成された諸法則 Go' にも無い——諸公理が付加されている場合には、新しい公理系は、もとの公理系の拡張である。形成された諸法則 Go' がもとの諸法則 Go を高次元化——特種化ではない——したものである場合には、拡張された領域の諸法則 Ge は、もとの諸法則 Go を論理的に包摂する別の公理系である。なお、 Go , Go' , Gon , Gn が全て同一の諸法則である場合には、二つの公理系は同一である。

3. 複素数の公理系

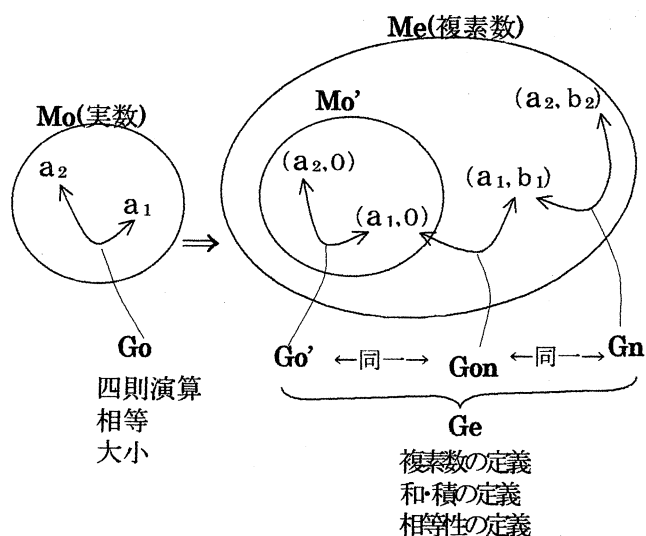
以上、詳し過ぎるくらいに、「部分の理論」を見てきた。これを基礎に、実数から複素数への領域拡張に伴う新旧両公理系の関係を、考えていこう。問題は、それを、<公理系の拡張>として把握することができるか、或いは、<公理系の置き換え>として把握せざるを得ないのか、ということである。複素数を表現する二様の仕方に従って、別々に見ていこう。結論が異なるはずである。

3.1. ハミルトン型
——置き換えとして

まず、<二実数の順序対>として表現されるハミルトン型の複素数について考える。

各領域の諸要素、およびそれらを規定する諸法則を、予め図に示そう(次頁)。

複素数がハミルトン的に表現されれば、「虚数」という概念は、実は必要無い。そこでは、諸要素は、全て、二つの実数の順序対 (a, b) として構成される。もとの領域の諸要素は、 b が 0 の場合として、すなわち $(a_1, 0)$, $(a_2, 0)$, ……として、表現さ



れる。2次元化されたこの形式は、もとの Mo における形式 a_1, a_2, \dots とは、明らかに別のものである。このことこそ、＜拡張された領域を規定する諸法則 Ge が、元の領域 Mo に制限されて適用されるときに、拡張された領域の中で新たな規定を被った領域 Mo' が「形成」される＞、とフッサールが言うところの事態である。

この形成された Mo' は、2次元へと高次化されて表現されてはいるが、 Mo の「特種化」なのではない。先の「部分の理論」の内には、2次元の多様体が3次元の多様体へと拡張される、という例が在った。これと、事情は全く同様である。

a. 複素数の公理系 Ge

さて、拡張された領域 Me の内には、 $(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots$ が存在する。これらのうち、 $b \neq 0$ である諸々の順序対が、新しく付け加わる諸要素 En である。

その上で、 Mo' と En とは、各々その内部においても、両者に跨っても、諸要素は全く同じ諸法則によって支配される。すなわち、 Go' , Gon , Gn は、同一である。これら諸法則は何れも、よく知られた 和・積・相等性 の新たな定義 ——

$$(a_1, b_1) + (a_2, b_2) \stackrel{\text{def.}}{=} (a_1 + a_2, b_1 + b_2)$$

$$(a_1, b_1) \times (a_2, b_2) \stackrel{\text{def.}}{=} (a_1 a_2 - b_1 b_2, a_1 b_2 + a_2 b_1)$$

$$[(a_1, b_1) = (a_2, b_2)] \stackrel{\text{def.}}{=} [a_1 = a_2, b_1 = b_2]$$

を含む。減法・除法の計算規則は、先の二定義から派生する。順序(大小)関係は、定義されない。

b. 形成された実数の諸法則 Go' と、もとの実数の公理系 Go

ところで、 Go' は、 Mo' と同様、 Ge の内で「形

成」された諸法則である。それが実質的には諸実数を支配しながら、その内では、一般的には大小関係が定義されていない。格別に定義されない限り、我々は通常——

$$(a_1, 0) > (a_2, 0)$$

といった式はつくらない。

この Go' と、もとの領域 Mo を規定していた実数の公理系 Go ——その内では大小関係が定義されている——とは、如何なる関係に立つのだろうか。公理系の拡張のための条件という観点からは後に見ることとして、ここでは、領域の拡張そのものの条件という観点から考えてみよう。フッサールによれば、形成された領域 Mo' を規定する形成された諸法則 Go' は「すべて」、「当初から Mo を絶対的に支配していた諸法則」でなければならない。

Go' における複素数の四則演算と相等関係は、第二順位の実数 b が0の場合、 Go における実数の四則演算と相等関係に対して、同値に帰する。 Go は、さらに大小関係を含む。我々は、全称命題の主語と述語に注意しなければならない。「等しい」という語を、「同値」を含むように緩く取れば、「 Go' の諸法則は、全て Go の諸法則に等しい」という全称命題は、この場合にも真である。だから、フッサールの考え方を正確に表現すれば、「 Go' は、 Go に等しく、しかも Go を越えない」ということなのである。 Go' が、 Go よりも「小さい」ことは、領域拡張の条件に関する限り、一向に構わない。

そこで、問題はこうなる。すなわち、我々が実数に関して、もとの公理系 Go に従い、大小関係を含めて命題(式)の真偽を決定する、という場合、我々の思考の内に如何なる転換が起こっているのか、ということである。

$(a_1, 0), (a_2, 0), \dots$ から、 a_1, a_2, \dots を引き出し、諸実数を言わばくはだか>にするために、我々は、写像——この場合明らかに一対一対応である——を通して、 Mo' から Mo へと、領域を移さなければならない。同時に我々は、形成された公理系 Go' から、もとの公理系 Go ——それは、大小関係が定義されている分だけ、 Go' に比してむしろ「特種」的である——へと、＜還帰＞することになる。

このことを表現したものとして、こういう記述が在る。すなわち、フッサールは——

領域の拡張が許容されるとしても、端的に、[領域が公理系によって]完全 *perfekt* に定義されている[という場合]。：[公理系の]拡張は、まさに、もはや可能ではない。更に再度、二つの場合[が

在る]。(20)

として、その一つの場合について——

公理系が、ただ古い領域のためにのみ保持される
[という場合]。ところが[この場合]、新しい諸
客観が定義され、また一つの公理系が構成されて、
＜この[構成された]同じ dasselbe 公理系は、古い
領域への制限に伴って、古い公理系へと移行する
＞というふうになる。しかし、＜このような[領
域の] 拡張が可能であるべきではない＞という意
味での完全化 **Perfektion** は、要求されるべきで
はない。(21)

とする。この記述は、ハミルトン型の複素数に、そ
っくり当て嵌まる。二実数の順序対として「新しい
諸客観 [Me] が定義され、和・積・相等の新しい定
義を含む「一つの公理系 [Ge] が構成され」る。こ
の Ge が、「古い領域」Mo に「制限」されて適用さ
れる際に、「古い公理系」Go へと「移行する」、とい
うことになる。この「古い公理系へと移行する」と
いうことこそ、さっき筆者が「還帰する」と言った
ことの、フッサールの表現なのである。

c. 公理系の「置き換え」としての把握

いま引用した先の方の記述の中で、この場合をフ
ッサールが、「領域の拡張が許容されるとしても」
「[公理系の] 拡張は……もはや可能ではない」場
合としていることに、我々は注意しなければならない。

領域の拡張が成立するためには、Go' が Go を越
えなければよい。複素数領域をハミルトンの表現を
通して構成することは、Go' が Go を「特種化」す
るものではないから、＜領域の拡張＞を媒介するこ
とは可能である。

しかし、その際の公理系変様が公理系の「拡張」
として把握され得るためには、もとの領域の諸要素
は、新しい公理系の内でも、もとの公理系 Go と同一
の諸法則によって規定されること、すなわち、Go
における諸法則のすべてが Go' の内に保存されてい
ること、が必要である。しかし、いまの場合、新しい
複素数の公理系 Ge においては、実質的にはもとの領
域における諸実数を規定する Go' を含めて、大小関
係が一般的に排除されている。公理系の拡張と言え
るための言わば＜核＞が失われているのである。

また、複素数領域内の実質的な諸実数を、直接に
 $(a_1, 0) > (a_2, 0)$

という関係の内へ置き得ないのは、それら諸数が二
次元化され、従って、複素数の新しい公理系 Ge が、
実質的な実数を規定する Go' を含めて、もとの実数の

公理系 Go に対して「高次元化」された公理系である、
ということにも関連している。この変様は、それだ
けでも、公理系の拡張として把握されるためには、
致命的に異質な変様である。たとえ、それが領域の
拡張を媒介することの妨げとなるものではないにし
ても、である。

こうして、この形式を取った複素数の公理系の構
成は、一般的には、実数の公理系からの＜変更＞な
いしく置き換え＞として、より正確には、それが高
次元化を伴うという意味で、＜論理的に・より包括
的な別個の公理系＞の構成として、見做されなければ
ならないのである。

3.2. 虚数単位 i 型 ——拡張として

複素数の公理系をハミルトン型で考えるとき、そ
れが実数の公理系からの単なる拡張としては扱い得
ないであろうことは、初めから或る程度は予想の付
くことである。このことは、虚数単位 i 型におい
ても同様であるとするのが、一般に受け容れやすい考
え方である。

ヒルベルトも、そう考える。彼によれば、実数の
領域に対して新しい客観を導入し、しかも、もと同じ四則
演算と順序(大小)関係を維持した公理系を構成するこ
とはできない。実数の公理系に関するこの「完全性公
理」を、フッサールはさらに、公理系拡張の限界と
して把握した上で——

……領域の拡張が、公理系の一つの変更を通して
のみ可能である、という場合、ということはすなわち、外
的な諸公理の単なる併置を通しては生じ得ない、とい
う場合、[この公理系は]＜完全な vollständig 公理系
＞(ヒルベルト)[である]。(22)

と記している。

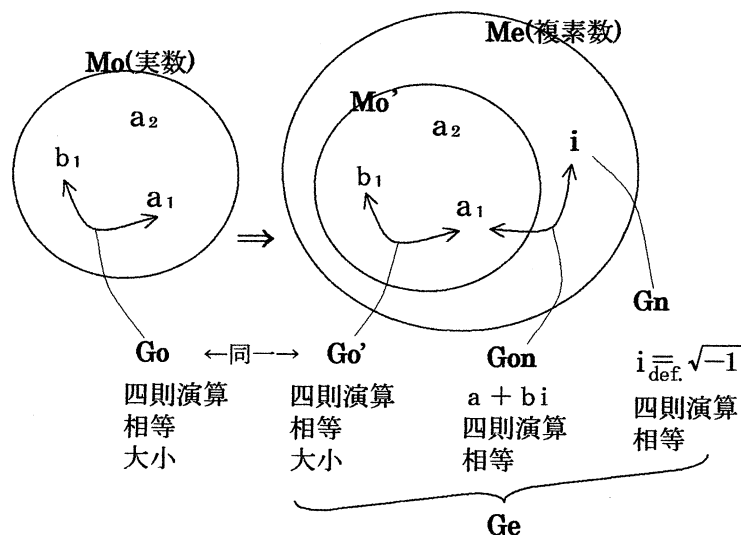
ヒルベルトの言うことは、一般的にはその通りだ
が、しかしそこには、もとの領域の諸要素と、新た
に付加された諸要素とについて、それらが同一の諸
法則によって規定されなければならない、とする前
提が在る。ここでは、複素数の公理系における順序
関係の排除が、実質的な実数にも貫徹されることとな
り、順序関係を含めて諸実数を規定することは、も
との実数の公理系へ還帰しない限り不可能となる。

しかし、フッサールは、既に我々が「部分の理論」
の内で見たとおり、諸法則を分割して考え、もとの
領域の諸要素と、新たに付加された諸要素とについ
て、それらの各々に諸法則を対応させ、それらが各々
に固有の諸法則によって規定されることを許容する。
ここでは、ヒルベルトのように複素数の全領域を単

一の公理系で規定する、という必要はない。フッサールの考える領域拡張と公理系との関係構造においては、虚数単位 i の導入によって構成される複素数の公理系を、実数の公理系からの拡張として扱い得る可能性が生じてくるのである。

先の「部分の理論」を、虚数単位 i を含んだ複素数に当てはめて考えてみよう。

我々は、実数の領域 (Mo) から、複素数の領域 (Me) へと領域を拡張する。以下に述べる諸法則をも併せて、図を付する。



a. 虚数単位 i に関する諸法則 Gn

① i の定義

領域の拡張に伴って、存在を主張する命題 (存在命題) によって導入される新しい客観 En は、ただ一つだけ在る。虚数単位 i である。この定義

$$i \stackrel{\text{def}}{=} \sqrt{-1}$$

は、 En に対する諸法則 Gn の一つである。

② i に関する通常の四則演算・相等関係

$$i^2 = -1$$

が、 i の定義から、導出される。これ以外、 i は、

$$i + i = 2i, \quad i \times i = i^2 \text{ 等々}$$

通常の四則演算・相等関係に従う。「通常の」と言うのは、これらが実数の四則演算・実数の相等関係と同一のものだからである。

大小関係は、 Gn の内に定義されない。このことは Gon においても同様であり、その箇所でもまとめて触れよう。

b. 虚数単位 i と実数とに関わる諸法則 Gon

① 複素数の構成

諸々の複素数は、拡張された領域における諸客観である。しかし、それらは諸客観としては奇妙な性格を有っている。それらは、存在が宣言された諸客観ではなく、「構成」された諸客観である。

「 $a + bi$ なる数が存在する。」

という存在命題は、顕在的に主張される必要はない。複素数は、<実数と虚数単位の実数倍との和>として定義される。存在命題であるべきものが、一つの<操作>の形式を有っている。ここには、

「操作の結果は、一つの数である。」

という最も普遍的な原則の一つが機能している。

要するに、複素数領域において、付加される新しい要素 En は虚数単位 i だけであって、諸々の複素数そのものは、実数領域 Mo の諸要素と付加された虚数単位 En とを関係させる法則——すなわちフッサールの言う Gon ——によって「構成」されるのである。

② 複素数に関する通常の四則演算・相等関係

二つの複素数 $a_1 + b_1 i$ と $a_2 + b_2 i$ との間の操作・関係は、通常の四則演算と通常の相等関係である。「通常の」と言うのは、ここでも、これらが実数の四則演算・実数の相等関係と実は同一のものに他ならないからである。

一般には、複素数において加法と乗法および相等性が新たに「定義」される、という説明がなされることが在る。しかし、このことは、正確には、複素数のハミルトンの表現に関して当て嵌まることであり、虚数単位 i を導入した複素数の表現に当て嵌まることではない。加法と乗法に関する二つの恒等式

$$(a_1 + b_1 i) + (a_2 + b_2 i) = (a_1 + a_2) + (b_1 + b_2) i$$

$$(a_1 + b_1 i) \times (a_2 + b_2 i) = (a_1 a_2 - b_1 b_2) + (a_1 b_2 + a_2 b_1) i$$

は、実際には、和と積の「定義」ではない。これらは、計算の便宜のために、 $i^2 = -1$ を加えた上で、実数の演算規則に従って導出された、「公式」に類するものに過ぎない。これらから導出される減法・除法に関する恒等式については、言わずもがなである。虚数単位 i の導入によって表現された複素数は、徹頭徹尾、実数の四則演算と、その言わば特則としての $i^2 = -1$ とによって、操作されるのである。

相等性に関しても同様である。 $a_1 + b_1 i = a_2 + b_2 i$ は、 $a_1 = a_2$ かつ $b_1 = b_2$ として「定義」される必要はない。両者は単なる<同値>であり、このことは、通常の四則演算 (および a_1 等や i に関する条件) を通して導出される<定理>であるに過ぎない。

最後に、大小関係は、 Gn におけると同様、 Gon の内に定義されない。大小関係は、「除外」される

のではない。「除外」というのは、 G_n や G_{on} を実数の公理系 G_o と比較したときに初めて現われてくる、ネガティブな規定である。しかし、 G_n や G_{on} は、諸法則に関する一つの範域を成しており、 G_o に対して相対的に独立した公理群である。ここでは我々は、ポジティブにのみ、諸法則を考えなければならない。 G_n や G_{on} においては、四則演算と相等関係とが定義されているのであり、大小関係は、単に＜定義されていない＞というだけのことである。

c. 複素数の公理系の内で $b=0$ の場合として形成される諸法則 G_o' (実数の公理系 G_o に等しい)

複素数が含む実質的な実数に対して、複素数の公理系が関わる仕方は、 i 型においては、ハミルトン型におけるのとは全く事情が異なる。 $(a, 0)$ という形式は、 a という形式とは、全く異なった形式である。 $(a_1, 0)$ と $(a_2, 0)$ とは、直接に大小関係に従うと考えることはできない。しかし、 i 型においては、 a という形式が、＜はだか＞で現われる。単なる a と、 $a+0i$ とは、何の区別も付かない。虚部が 0 である複素数 $a+0i$ は、直接に実数 a として見なされて、何の不都合も無い。それは、通常の四則演算によって、 G_{on} の諸法則そのものから帰結する。我々は、ハミルトン型におけるような迂路を経る必要は無い。我々は、大小関係をも含めて、単純にもとの公理系 G_o に従えばよい。形成された G_o' は、それ自体における G_o と、全く同一の諸法則なのである。

d. 公理系の拡張としての把握

虚数単位 i の導入による複素数の公理系が、フッサールの領域拡張と公理系との関係構造から見れば、もとの実数の公理系からの拡張として把握し得るということを、ここでまとめておこう。

ここでの公理系の変様は、もとの実数の公理系 G_o と新しい複素数の公理系 G_e との関係である。この関係が公理系の拡張として把握され得るための条件とは、如何なるものであろうか？

公理系の拡張とは、フッサールの「部分の理論」に照らせば、一般に、もとの領域をもとの公理系が規定し、領域の拡張に伴って付加された新しい諸要素に関わって、もとの公理系には無かった新しい諸法則が付け加えられる、ということである。そこでいまの場合――

領域拡張の一般的条件から、複素数の公理系 G_e の内で実質的な実数に対して適用される諸公理 G_o' においては、もとの公理系 G_o に対する付加は無い。

しかしまた、公理系の置き換えではなく、公理系の拡張であると言えるためには、第一に、 G_o' における諸公理は、 G_o における諸公理から、何ものをも減じたものであってはならない。その上で第二に、新たな客観の導入に伴って、それに関わる諸法則 $G_{on}+G_n$ の内に、もとの公理系 G_o には無かった新しい公理的規定が含まれていなければならない。これら二つのことが、この場合の公理系拡張ということのメルクマールとなるのである。

第二の点に、殆ど問題は無い。新たに虚数単位 i が導入されるに伴って、 $i^2=-1$ なる演算規則が導入され、 $a+bi$ を客観として把握することが為される。これらは、実数の四則演算諸公理に対して、それらの下位に、純粹に付加される諸法則である。

問題は、第一の点にある。ことは、具体的には、大小関係の「除外」ということに掛かっている。これを我々は、どう考えればよいだろう。

一般に、もとの公理系 G_o よりも、新しい公理系 G_e の内でもとの領域に対して形成された諸公理 G_o' が「小さい」こと、このことは、領域拡張の条件としては許される。しかし、公理系拡張の条件としては許されない。同じ実数に、もとは大小関係が規定されていたのに対して、新しい複素数の公理系で大小関係が一般的に排除されれば、複素数領域中の実質的な実数に対しても、大小関係が排除される。それは、もとの実数の領域に関して、公理系を「変更」したことになる。公理系の拡張ということが成立するためには、実質的な実数の領域に対しては、全ての諸公理が保存されなければならない。

公理系の拡張は、公理系の特種化でもある。それは、新旧の両公理系を貫く普遍的な「核」を必要とする。＜新しい公理系の中に、もとの領域のために保存された、もとの公理系＞、これが「核」となる。その上で、新しい公理系には、新しい諸公理が付け加えられていること、これが公理系の特種化――公理系の拡張――なのである。

ハミルトン型においては、先に触れたように、この公理系拡張の「核」が失われる。そこでは、もとの実数領域 M_o に定義されていた大小関係が、複素数領域が含む実質的な実数の領域 M_o' には適用されない。ハミルトン型では、ひとたび (a_1, b_1) と (a_2, b_2) という形式を取った以上は、 $b_1=0, b_2=0$ の場合であっても、それらが直接に大小関係の内へ置かれることはない。ここでは、大小関係は＜一般的に除外されている＞のである。

虚数単位 i を導入する型も、これと同じであろうか？ そうではない。 i 型複素数においては、大小

関係は<一般的に除外されている>のではない。

i 型複素数の公理系は、一般に $a + bi$ という形式の諸客観を扱う。このとき、複素数の領域中で $b = 0$ となった場合の領域 Mo' は、既に見た通り、もとの実数の領域 Mo と、全く同じ形式を有った諸要素から成り立っている。従ってまた、 Mo' には実数の公理系が直接に適用されて構わないから、これを規定する諸公理 Go' は、もとの実数の公理系 Go に等しい。ここでは、 Go 中に定義されていた大小関係が、 Go' 中に、しっかりと保存されている。公理系拡張のための「核」が、新旧の両公理系を貫いているのである。

大小関係が定義されないのは、虚数単位 i に実質的に—— $b \neq 0$ の場合に——関わる諸法則 Gn と Gon に限られる。ことがらを素直に見れば、i 型複素数においては、大小関係は、むしろ一般的には保存されており、ただ、新しい客観 i が関わる限りで、制限されている——と言うよりも、言わば停止されている——に過ぎないのである。

それは、複素数の公理系の中で、大小関係の定義に対して、それに付された下位レベルの法則の問題である。すなわち、i 型複素数の公理系には、一般的な大小関係に関して、それに付随する下位規則——「 $b \neq 0$ の場合、大小関係は適用されない」或いは、同じことだが、「大小関係は、 $b = 0$ の場合に限りて適用される」——が存在すると、我々は見るべきであろう。大小関係は、除外されるのではなく、それが保存された上で、却って、それに関する新しい下位規則が付加されているのである。

4. おわりに

我々は、「部分」の理論として、領域の拡張に伴う諸法則の対応関係に関して、フッサールが把えた構造を見た。そして、これを基に我々は、ハミルトン型と虚数単位型とに区別して、ヒルベルトならば何れも公理系の置き換えと見るであろう複素数の公理系について、フッサールはどう見るであろうかを検討してきた。前者は、フッサールから見ても公理系の拡張とは解し得ず、公理系の置き換えと見なければならなかった。しかし、後者は、公理系の拡張として、十分に解し得るものであった。

さらに進めて、ハミルトンが導入した四元数についてはどうだろうか。フッサールが把握する諸要素と諸法則との対応構造からは、同様に公理系の「拡張」として把握し得る可能性が在る。四元数も、それが<四実数の順序組み>という形式を取らない限

り、i 型複素数と同様、実は 1 次元の数である。ここでは、i 型複素数の領域 Mo ——諸実数を含む——と、それを規定する公理系 Go とが、もとのものとなる。これに対して、付加されるのは、第一に、新しい虚数単位 j, k という二要素 En と、それらに固有の諸法則 Gn —— i に関するのと同様のもの——、また第二に、それら新しい虚数単位 j, k ともとの複素数領域中の諸要素とに跨る諸法則 Gon ——四元数を構成するための法則や通常の四則演算・相等関係を規定する諸法則に加えて、重要な一法則 $i j = -j i = k$ ——である。新しい公理系 Ge は、これら二種の諸法則に加えて、 Ge の内で j, k の係数が 0 の場合として「形成」される Go' によって、合成される。乗法の交換法則が犠牲になるのは Gon に限ってである。形成される諸法則 Go' は、もとの i 型複素数の公理系 Go と同一であり、その内では乗法の交換法則は温存されている。このような新旧両公理系の関係は、実数から i 型複素数への拡張の場合に、正確にアナログスである。しかも、フッサールにおいては、このような構造が許されるのである。

もっとも、フッサール自身がこのような進み方をすると、実は考えにくいことである。ここには、ヒルベルトに代表される数学者との間に、戦略上の相違とでも言うべきものが在る。フッサールは、実数の領域においてすら、その全ての諸要素を「構成」し終わってはいない。複素数へまで領域と公理系を拡張したと言っても、フッサールによる算術の基礎付けは、<代数的数>の範囲内に留まる。コントロール風に、或いはデデキント風に、連続体としての「全ての実数」を一機に把握するという行き方を、フッサールはしない。フッサールの多様体は、「構成し得る」多様体——数学的多様体とも、彼は呼ぶ——、すなわち、その全ゆる要素が諸操作の結果として現実に規定されるような多様体、でなければならない。フッサールの数理哲学は、数論の基礎付けの範囲において見ても、まだまだ途上に在る。<超越数>を含めた「全ての実数」という概念は、「虚数」という概念よりも、フッサールにとって、遥かに遠いのである。<超越数>の基礎付けへと進むためには、まず「極限」概念の哲学的基礎付けを経なければならない。しかし、『数理哲学草稿』の内には、それすらも見出せない。そこへ進む前に、フッサールは、<論理>の基礎付けへと、さらには<認識>の哲学的解明へと、向かうことになるのである。

注

- 1 フッサールの数学哲学 (3) —— 拡張不可能性: ヒルベルトとの比較 ——, 『室蘭工業大学紀要』第50号, 2000年
- 2 同論文108頁
- 3 フッサールアナ第 XII 巻に収録されている数論の基礎を探索した10編の草稿を、こう呼ぶことにしよう。
- 4 「確定性と公理系の拡張についての三つの研究」
- 5 Husserliana, Bd. XII, S. 462, Z. 22-Z. 37.

引用に在るフッサールの術語について: 「連結」と訳した Verknüpfung は、操作 Operation と同義、演算のことであり、「関係」 Beziehung は、相等および大小のことである。「相関」と訳した Relation は、これら両者を含む上位概念である。

引用中に [] で囲って示したものは、筆者による補充である。これには、二様の目的がある。テキストが草稿であることから、フッサール自身の記述には多くの省略ないし欠落がある。また、フッサールの記述自体が、その言い廻しを含めて、極めて難解である。これらの事情から、一方で、フッサールの記述そのものを補う必要があり、他方で、記述の理解のために、適当な言い換えを含めて、内容を補う必要がある。以下も、同様。

- 6 Husserliana, Bd. XII, S. 458, Z. 32-Z. 34.
- 7 Husserliana, Bd. XII, S. 459, Z. 13-Z. 28.
- 8 ibid., S. 459, Z. 29-S. 460, Z. 2.

フッサールが用いている符号の由来は、推測するに、次のようなものである。

Mo : Mannigfaltigkeit-originale
Me : Mannigfaltigkeit-erweiterte
Go : Gesetze-originale

En : Elemente-neue
Gn : Gesetze-neue
Gon : Gesetze-originale-neue
Ge : Gesetze-erweiterte

- 9 Husserliana, Bd. XII, S. 460, Z. 3-Z. 8.
- 10 ibid., Z. 8-Z. 10.
- 11 ibid., Z. 10-Z. 18.
- 12 ibid., S. 460, Z. 31-S. 461, Z. 1.
- 13 ibid., S. 460, Z. 23-Z. 30.
- 14 「特種化」という語には、注意を要する。筆者が参照を薦める本『紀要』本号別稿 (注17) は、公理系の「特種化」を扱っている。これは、本稿が問題としている場面に引き直して言えば、領域拡張と共に付加された諸要素に関わる諸法則 Gn ないし Gon の内に、もとの公理系 Go には無かった諸公理が含まれる、という事態である。これに対して、本稿の引用中にフッサールが「特種化」と言うのは、拡張された領域の公理系 Ge の内で、もとの領域に関して形成される諸法則 Go' の内に、もとの領域の公理系 Go には無かった諸法則が含まれる、という意味である。
- 15 Husserliana, Bd. XII, S. 461, Z. 2-Z. 11.
- 16 ibid., Z. 19-Z. 25.
- 17 フッサールの数学哲学 (6) —— 公理系の「特種化」 ——
- 18 Husserliana, Bd. XII, S. 455, Z. 24-Z. 29.
- 19 Husserliana, Bd. XII, S. 456, Z. 30
- 20 Husserliana, Bd. XII, S. 474, Z. 5-Z. 7.
- 21 ibid., Z. 9-Z. 13.
- 22 Husserliana, Bd. XII, S. 495, Z. 13-Z. 16

Husserl's Philosophy of Mathematics 7 —— Question of the 'Imaginary' ——
Kohtaroh NINOMIYA *

We extend the domain of real numbers to that of complex numbers. Can we think then the axiom-system of complex numbers as an extension from that of real numbers? It depends on how we think about the exclusion of the order-relation. Complex numbers are expressed either in Hamilton's manner or with the imaginary unit 'i'. In the latter case, according to Husserl's theory of the extension, we can give an affirmative answer to the question.

Keywords : complex numbers, extension of a domain, extension of an axiom-system, the imaginary, phenomenology

* Common Subject Division

総合病院における心理臨床 —リエゾン事態としての事例研究(2);重症筋無力症患者例—

前田 潤*¹, 狩野 陽*²

Psychological Clinic in General Hospitals —Case Study as Liaison Situation(2);Myasthenia Gravis Case—

Jun MAEDA and Minami KANO

(原稿受付日 平成14年 5 月 7 日 論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

We discussed in this paper the process of psychological interviews with Myasthenia Gravis(MG) patient. This patient was suffered from many diseases after taking MG through 27 years. After an admission to psychiatric ward by mental stresses, the cancer was found in her stomach. She refused a surgical operation strongly. Gradually becoming actively on the other hand, she was moaning her own life. At last she acted out wristcuts, but, after this episode, she decided being operated. In this period, she wrote many letters to psychological clinician. We pointed out that this decision was making according to interpersonal-relationship between patients and patient's consciousness became wide to people and time range.

Keywords : psychological clinic, myasthenia gravis patient, interpersonal-relationship between patients

1. はじめに

総合病院における心理臨床者の役割と働きを明らかにする一連の研究⁽¹⁾において、本論文では重症筋無力症患者を事例として検討する。

ここで用いる'liaison'とは、ある共通の問題を巡ってつながりや連携が生まれる事態の総称として用いているのであって、専門家同士の連携という限局的な意味で用いているのではない。患者が置かれている事態に対して専門家を含めて様々なつながりが生まれてくる事態そのものの総称である⁽²⁾。

本論文で取り上げる事例は、重症筋無力症患者である。患者は十代で重症筋無力症を発症し、長く病院

と自宅で療養生活を送り、さらにその後も多くの病を身に受け、病苦と戦ってきた。しかし、精神的ストレスから精神科に入院することになり、入院後暫くして落ち着きを取り戻し、活力も増して活動の幅を広げつつあったそのとき、患者の胃に新たに癌細胞が見いだされたのである。患者は失意に陥り、手術を拒否し、自らを悲嘆し自殺未遂さえ図った。しかし、患者はそこからなお生きる意欲を再び甦らせ、生きるために手術を決意するに至ったのである。

本論文がこの事例を扱うのは、多くの病に若年から見舞われた患者が、さらに病を受けて一種の絶望状態に入ることとはごく自然なこととして理解されるが、そこから猶、生きようとする力が沸き立たせることは、当たり前のことではないからである。多くの援助者にとって患者の生への意欲そして絶望からの脱却はしばし最大の課題であり、またそういう点で本報告事例は

*1 共通講座

*2 札幌学院大学

貴重な例と思われるのである。

また医療専門家が考慮することのなかった要因がしばしば患者を決定づけるが、それは対人関係を領域とする心理臨床においても起きるのである。本事例の患者は心理面接経過中に膨大な枚数の手紙を心理臨床者に宛てて書いた。これによって患者には実に多くの人々との関わりがあることがわかり、その一人に心理臨床者があったのである。そしてそういうつもりで患者は書いたわけではないが、図らずもこの手紙は貴重な分析資料となり、本事例は専門家として心理臨床者が考慮しなかった対人要因が重要であることを教えられることとなったのである。

論文では、患者が生への意欲を再び甦らせるに至る過程の中で、どのような対人要因が進行していったのかを明らかにする。そして、このときの心理臨床者の役割について考察を加える。そのためにまず重症筋無力症について、その発現機序に関する今日的理解と治療についての歴史的変遷、そして重症筋無力症患者の療養生活の実態について若干の概括を行う。その上で重症筋無力症が事例となる患者の個人史に及ぼし、また手術を受ける決意を固めるまでの過程に与えた影響について検討する。そして精神科入院後の入院生活と癌発見から手術を受けるまでの専門家を含めた周囲の人々との関わりについて検討し、失意から生きる決意を固めるまでの患者の人間関係の様相を明らかにしたい。

2. 重症筋無力症

現在、重症筋無力症に関し、インターネット上に当事者や当事者団体あるいは専門家によるホームページが多数開設されている。本患者の重症筋無力症に関する確定的な知見は得られていないのでホームページ上の情報も生活体験を含めて貴重な資料として取り入れたい。

まず、重症筋無力症の概要を示し、次にホームページ上の体験談を元に患者本人の生活の実態に触れる。

2. 1 重症筋無力症の概要

2. 1. 1 症状、発現機構及び疫学

重症筋無力症は、神経学的障害における末梢神経系障害(Disorders of the Peripheral Nervous System)の一群の中で筋肉神経伝達物質障害(Disorders of neuromuscular transmission)として位置づけられる。ただこの「重症」という訳語を当てた「Gravis」という言葉はもともと「重力」を意味する用語であり、重力に対して筋力が無力であるという理解が正しく本

来は「重力筋無力症」とすべきであるとの指摘がある⁽³⁾。一般的な症状としては眼瞼下垂、複視、運動後の筋肉易疲労が見られ、眼筋は患者の40%が最初に影響を受ける。そして85%が構音障害、嚥下障害、全身の筋力低下が生じるのが一般的である。また、症状には日内変動と動揺があり、患者の10%は呼吸困難の併発を経験するという⁽⁴⁾。合併症として甲状腺機能亢進症や全身性エリテマトーデス、関節リウマチなどの膠原病を伴うことがある。感覚器官や深部反射は正常で、心臓と腸の筋肉は侵されることはない。

こうした症状の発現は、抗アセチルコリン受容体抗体が出来るために筋肉膜表面のアセチルコリン受容体に結合し、神経筋接合部の神経伝達物質であるアセチルコリンによる刺激の低下を結果するとされ、自己免疫系疾患の一つと見なされている。このアセチルコリン受容体に対する抗体がなぜ生まれるのかについては現在のところ不明であるが、アセチルコリンの分解を行うコリンエステラーゼの働きを阻害する抗コリンエステラーゼの投与が一つの治療方法となる。

重症筋無力症はまた胸腺腫との関連が見られており、胸腺腫の20%強が重症筋無力症を併発しており、重症筋無力症のやはり30%弱が併発しているので何らかの因果関係が示唆される。しかし、重症筋無力症の原因は依然特定されておらず、発現機構は解明されていても、そもそもの原因については不明であり、胸腺の異常がない場合でも発症していることから、胸腺の異常は原因か結果かという議論もある。

確定診断は、重症筋無力症の症状と特徴的な筋電図、これは鑑別の際にも重要となるが、さらに血中の抗アセチルコリンレセプター抗体の存在(これがあればほぼ確定される)で、先に述べた抗コリンエステラーゼの効果があることを基準とする。但し、重症筋無力症の中で10-15%では抗アセチルコリンレセプター抗体が陰性で症状がある患者もいて、これは病態は異なっているのではないかと考えられている。しかし抗アセチルコリンレセプター抗体陰性の場合でもやはり抗コリンエステラーゼ剤が有効で、免疫抑制剤も有効と考えられている。ただこの場合は胸腺摘出術には慎重であるべきと言われている。

日本での有病率は1980年代には人口10万人に対し2-3人とされ、欧米の有病率10万人対2-4.5人とほぼ一致するとされていたが⁽⁵⁾、1999年で日本全国に12万人近くの登録があることから、1万人あたりに1人患者が存在すると考えられ、有病率に関しては1万人あたり0.5~1人と見なされる⁽⁶⁾。

またこの病気は3:5で女性に多く見られる。重症筋無力症は一時HL-A抗原と疾患感受性があるとの

報告から遺伝的背景を含めて研究される必要があるとされた⁽⁷⁾が、疾患そのものとの遺伝的関連については現在否定的である。重症筋無力症の患者から出産した新生児に重症筋無力症の症状が見られる場合があるが、これは胎盤を通じて血中に抗アセチルコリンレセプター抗体が入り込んだためで、これが排出されるに伴って症状は消失する。ただ、筋無力症患者が妊娠によって症状が軽快し、出産によって悪化する場合がある。発症年齢はほとんどが20代から40代であるが、どの年齢においても発症している。比較的まれなこの病気は昭和48年に厚生省の特定疾患に指定されたが、重症筋無力症の全国友の会が結成されたのは昭和46年である。患者本人だけでなく家族にとっても友の会は情報交換という意味に留まらない互助的役割を担っている。

2. 1. 2 治療の歴史

世界で初めて報告された重症筋無力症の例は17世紀に記載があるが近代の記載は19世紀後半にある⁽⁸⁾。1930年代にすでに抗コリンエステラーゼの効能についての指摘と胸腺腫の腫瘍摘出術による症状軽快の報告が行われている。しかし、重症筋無力症の胸腺摘出術による治療の発展は遅れ、胸腺周囲の脂肪組織にも胸腺細胞があることから、日本で1980年代に拡大胸腺摘出術が行われるようになり、これにより胸腺摘出術による治療成績が上がるようになった⁽⁹⁾。

ただ胸腺は自己免疫系の活動を支える臓器であり、体内の免疫機構を司るT細胞を作る臓器であるため、この摘出による自己免疫能力の低下が当初から危惧されていた。調査によると胸腺摘出術を行わずに薬物療法のみで経過を見ていた重症筋無力症患者の癌発生率は健常者に比べて高いというデータがあったが、拡大胸腺摘出術を行った場合では健常者と癌発生率に差がないという調査結果が出た。それゆえ、癌発生という観点からも拡大胸腺摘出術が有効と見なされている。

ただし、重症筋無力症の治療にとっての摘出術の有効性を高めるためには胸腺腫がある場合は勿論であるが、発症の早い段階で胸腺摘出を行う必要があると言われている。それは神経筋接合部のアセチルコリンレセプターが抗アセチルコリンレセプター抗体に長期に曝されることでレセプター自体のダメージが大きくなるからだと言う⁽¹⁰⁾。

重症筋無力症に対するこうした医学的治療の進展によって今のところ標準とされる治療方法は内科的及び外科的治療を併用した治療である。まとめると次のような方法となる。

1. 抗コリンエステラーゼ剤による内科的治療
2. 胸腺摘出術による外科的治療

3. ステロイドによる対症・免疫抑制療法
4. 血漿交換療法・血漿濾過法・免疫吸着法などの緊急事態の特殊な方法
5. その他

順番は必ずしも治療法の適用順を示すものではないが、1は確定診断にも用いられ、早期に導入される。また2についても適応の検討を慎重に行う必要がある場合もあるが、現在は治療の有効性を高めるためにも比較的早期に行われることが良いとされる。3はこうした治療が有効ではない場合に用いられるとされているが、1と同時期に開始することもあるようである。4は重症な場合に悪化を防ぐために緊急に施行される方法で、その他としては漢方薬の併用が行われることがある。

2. 2 重症筋無力症患者の生活実態の概括

重症筋無力症の患者の生活実態についての知見は学術的には稀少であるが、インターネット上には多くの重症筋無力症の体験談が載せられており、自らホームページを作成して交流の場を設けている場合もあって、その点でインターネット上の情報は貴重である。

治療法の進歩により通常の日常生活が送れる患者は多くなったが、女性の22%、男性の17%が満足 of いく生活が送れていないと報告しており、治療により80%の症例は軽快又は寛解する一方、ADL、QOLの観点からはなお30%の患者が不満を訴え、社会生活に困難をきたしている症例も少なくないとのことである⁽¹¹⁾。

胸腺摘出術によって症状の再燃の不安を抱きながらも再就職を果たしたある女性患者は恋愛の末、妊娠、出産、無事に女兒を誕生させるという転機を迎え、これに関してホームページで手記を書いている⁽¹²⁾。それによると、妊娠期には症状の軽快、出産後に症状の悪化があると言われていたが、この患者の場合は妊娠期間においてすでに症状が悪化している。また出産という事態を迎えるに当たって重症筋無力症患者であることから普通の産院では責任が持てないと断られるなどして、当事者自身が安心して出産できる病院を探さなければならなかった事実を公表している。患者自身の家庭生活のために第二子のお産も考え、積極的姿勢であることが窺え、医療の進歩と医療者の経験の蓄積から従来よりも生活上の制約は減じ、患者当人の生活を支えようとの姿勢に恵まれつつあるが、それでもまだ患者自身が生活のために奮闘せねばならぬ局面が多いものと推察される。

それゆえ患者当事者と家族による友の会や個人ホームページの開設は、情報交換という意味合い以上の

交流の場としての貴重さがあるように思われる。

3. 事例

事例は、X年に精神科入院となった重症筋無力症女性患者である。患者は日記を書く習慣があり、発病後ほとんど欠かすことないため、日記を記したノートは数十冊に及ぶ。また、患者はよく手紙を書き、心理面接継続中も心理臨床者に宛てて手紙を書いた。病歴と生活史は、診療カルテ及び心理面接の記録、患者の手紙を基に再構成したものである。本報告では患者の生活史は個人を特定できないようにしている。

事例では、既往歴の重症筋無力症との関連について考察を加える。そして、心理面接の開始から終了までを仮に3期に分けて、それぞれの時期の患者の様子を記述する。第1期は心理面接の開始から癌告知まで、第2期は癌告知から自殺未遂まで、第3期は自殺未遂から生きる決意を固め手術を受けるまでとした。

3. 1 病歴及び生活史

患者は第一子長女で二人の弟がいる。本人によると、幼少期は祖父母を含め、7人家族であった。しかし、祖父母と父母の不仲が絶えず、患者が長じて父母は祖父母と別居することとなった。現在は、祖父母は他界し、父母と患者の3人家族であるが、すぐ近くには長弟一家が住んでおり、関わりが深い。

まだ患者が高校生であったX-27年春からすぐに疲れやすくなり通学のための階段を上ることが困難となり、複視も生じ、不調となった。X-27年秋初めてD病院を受診、2ヶ月ほど入院し、重症筋無力症との診断を受けた。高校卒業後、H病院第二内科に1ヶ月入院。それから約2年自宅にて闘病生活を送る。X-24年初春、難病連のI氏がH病院のカルテを頼りに患者宅を来訪され、S病院に於ける胸腺摘出術の有効性を教示された。それまでは、ほとんど治療らしい治療も受けることなくマッサージに通ったりしていた。

その年のX-24年春S病院に入院。同年胸腺摘出術を受けた。術後の経過は順調で、約5ヶ月の入院生活の後退院し、D病院にそのまま入院、X-18年には6年近くに及んだD病院入院も終わり、退院となって自宅での生活が送れるようになった。それから暫くは風邪で自宅近郊の病院に入院することあったが、服薬を続けながら平穏な日々を送った。

X-10年1月に左脇腹痛が出現し、D病院にて子宮筋腫、並びに露胞腺腫との診断を受け、左甲状腺2/3摘出、及び子宮摘出術を受けた。

X-6年12月、過換気症状を起こし、D病院に入

表1

年	疾病/症状	医学的処置
X-27	重症筋無力症	胸腺摘出
X-10	子宮筋腫	子宮摘出
X-10	露胞腺腫	甲状腺2/3摘出
X-6	過換気症状	内科入院
	膝痛/膀胱炎	整形外科/泌尿器科
X-4	原因不明の息苦しさ	
	蕁麻疹	皮膚科通院
X-3	胃潰瘍	内科入院
X-2	下痢/脱力感/全身倦怠感	神経内科入院
X	首の張り/不眠/不安	精神科入院/心理治療

院となった。その後、膝痛で整形外科、膀胱炎で泌尿器科等に通院歴がある。X-4年頃より原因不明の息苦しさが始まり、X-3年2月、蕁麻疹のために皮膚科に通院、4月には胃潰瘍で1ヶ月入院となった。X-2年2月頃より、下痢、脱力感、全身倦怠感など出てきて、3月より2ヶ月程神経内科に入院している。既往歴は表1のようにまとめられる。

3. 2 精神科病棟入院及び心理面接開始経緯

X年1月 首の張り、目の苦痛、不眠、不安のため来院頻回になり「家族に迷惑を掛けると思うとそれが負担になって」「どこでもいいから、2,3日入院して休みたい」と述べ、神経内科医より精神神経科医に依頼あり、本人希望にて入院となる。患者と心理臨床者の関わりは、精神神経科に入院後3ヶ月は、病棟行事やレクリエーションの折に、他患と共に話をする程度の関わりであった。

4月上旬、院内の売店で買い物をしている患者と心理臨床者は出合った。そこで患者は胃潰瘍と考えて検査を受けていたのだが、モルトーマという腫瘍性の病気で胃を切除せねばならぬかもしれないことを消化器内科医から告げられたことを悲嘆しながら語り、わが身を恨みつつ、手術を拒否する姿勢を示した。事態を深刻なものとし心理臨床者は捉え、すぐに精神科主治医にサポートの申し出を行い、精神科主治医の了解と患者の同意のもとで心理面接を開始することとなった。

心理面接の形態は事態の緊急性から、週2回、一回1時間として、精神科病棟心理面接室に来室して貰って心理面接を行うことを基本とした。しかし、時に応じて心理臨床者が病室を訪れたり、面接場所も変則的であった。

心理面接の期間は、X年4月上旬より、12月上旬までの約8ヶ月間、患者の希望によって面接を終了するまで継続的に面接は行われた。この間患者の求めや

事態の推移に応じて、面接間隔の変動もあった。

この間の面接の特徴として、一つには心理臨床者に対して、面接期間中、多くの手紙を書いたということがある。4月から12月まで総計83通、枚数にして500枚弱(485枚)に及んだ。ほとんどがB5版レポート用紙が使用され、それにびっしりと文章が書き込まれている。

さらに特徴的なことは、患者は「以前から一度お話ししたかった」と積極的で、初めから心理臨床者に対して全幅の信頼を向けていたということである。この信頼の感情を基礎にして、患者は幼少期から現在に至るまでの病気に留まらない患者の私的出来事や非常に内面的なことまで、その時々的心情を織り混ぜて縦横無尽に語りあるいは綴った。これらの対話は余すところがないと思われるくらい率直なものであった。

3. 3 第一期：心理面接開始から癌告知期

入院後、3月17日に多発性胃潰瘍と診断されたが、組織検査の結果、翌日にはモルトーマ(maltoma)の疑いがあると告げられる。3月28日にモルトーマと診断がほぼ確定し、胃切除を勧められる。切れれば良くなる、と言われても、手術には踏み切れず、どうすれば手術せずに済むかを考え峻巡する日々が続いた。

このようなときに売店で心理臨床者と会い心理面接が開始されたのである。手術したくないとの願いが叶えられないときには自ら命を断とうと思う程に手術拒否感が強まっていた。

4月18日に患者は、消化器内科医に手術する意思のないことを伝え、それを受けて手術をしないで済む方法を考えることとなり、そのために5月22日に組織検査を再度行い、それから改めて治療法を考えようという方針が立てられた。この消化器内科医の提示した方針によって患者は自分の気持ちを治療者が汲んでくれたと安堵し、精神科医、神経内科医、心理臨床者に感謝の気持ちを文面上に表わしている。

5月22日に予定通り胃カメラ及び組織検査を行い、胃カメラ所見からモルトーマとの所見をほぼ確実なものとし患者の意向を汲んで、薬物治療が開始されることとなった。組織検査の結果は後日結果が出次第患者に報告されることとなった。

この時期、患者はある女性患者と二人だけでバトミントンを行った。27年ぶりだという。二人にとって童心に帰ったかのような楽しい一時であったとのことだが、二人だけの秘密ということにしていた。しかし、男性入院患者とレクリエーションの時間にもバトミントンを行うようになり、積極的さを発揮し始め、その後も機会がある度にバトミントンを行い心理臨床者を

相手に行うこともあった。

4週間後に組織検査の結果が患者に報告される予定であったが、予定よりも2週間ほど早い6月5日に消化器内科から受診要請が来た。患者は訝りながら翌日の6月6日に受診したが、そこでモルトーマとは別に悪性リンパ腫が発見されたと告げられた。そして、さらに胃カメラ検査による組織検査を6月7日に行うこととなった。消化器内科医は改めて手術を勧めるが、一方で患者は混乱しつつも、断固とした手術拒否の姿勢を固めるようになる。だが、その日に精神科病棟入院中に友人となった他の女性入院患者と外出をしたのである。取るに足らない行動のようだが、家族以外との外出は重症筋無力症が発症してから初めてのことであった。

組織検査の約一週間後、検査結果が患者に告げられた。それは上皮性腫瘍というものであった。ここで患者は手術か死かの選択が迫られることとなったのである。

これまで患者は、難病である重症筋無力症から始まって、寛解状態に至ったと思うと新たな病気に罹り、長い間持続的に自宅で闘病生活を送ることを余儀なくされてきたのであった。患者自身長きにわたる療養家庭生活に憂いを感じはじめ、数年前から息苦しさや襲われ心身症的な症状に悩み、家族に囲まれながらも一人孤独の中にあっていたたまれなくなり、遂に精神科に入院することになったのである。他患との交わりを通じて徐々に積極性を増しつつあるところでまた新たに胃癌が発見されたことは、患者にとってみれば、生きている限り苦しみが消えず、たとえ手術で胃癌は克服したにせよ、またさらに何かが患者を襲ってくるに違いないとの確信を深めさせるのに十分であった。そして一方では、患者はどこか「ほっとした。これでやっと死ねる」という冷めた気持ちと本当に癌だとは思えないという実感の伴わなさも経験したようであった。

消化器内科医から早速、精神科医に連絡が入ったが、精神科医は、本人の意向を尊重し、決して強行に手術を勧めるような姿勢をとらなかった。

3. 4 第二期：癌告知から自殺未遂期

癌の告知を受け、手術を拒否する姿勢を持ちながら、初め患者はごく一部の身内以外に自分から家族に病名を話すことなく、自分の手術を拒否する気持ちも話そうとしなかった。むしろ病棟看護婦に胸の内を語り、患者自身も以前は何でも家族に話していたのにどうしてだろうと自問していた。担当医から病状を告げられ、家族が患者に手術を受けるよう懇願しても自分の気持ちがどうしても手術を受け入れる方向に向かないこと

で自分を責めてもいる。患者は心理臨床者に向けて手紙を書き続けるが、消化器内科医の説明を手紙に書いているうちに、抗ガン剤を受けてみようかという考えが浮かび、そしてやっぱり自分は生きていたいのだ、と突然気づく。そして、もう一度頑張った方がよいのかという考えと、しかし、それだけの思いをして先に何があるのかという思いの間で反問するようになっていった。一時、手術を受け入れることに気持ちが傾くが、自分でもどうしようもない苛々にしばし襲われ、「私なんで癌になったの？私の体手術の傷跡でぼろぼろだよ。その上まだ傷つけなくちゃならないなんて酷い」と思いの丈を綴っている。この時期、患者に心理臨床者はV.E.フランクルの「夜と霧」⁽¹³⁾「それでも人生にイエスと言う」⁽¹⁴⁾、E.フロムの「生きるということ」⁽¹⁵⁾、さらに伊丹十三監督作品の「大病人」⁽¹⁶⁾を貸し出している。患者はいずれも熱心にメモを取りながら読み、特にフランクルの著作は心に残るものが多かったようであった。

病棟生活ではレクリエーションなどに積極的に参加を続けており、病棟行事であるバス遠足にも参加したいとの意向を抱くようになってもいる。気持ちは逡巡し、「手術する気持ちがどこかへ行ってしまって白紙の状態」になるが、結論を早く出さねばと焦っていてもいる。

この時期に患者が接した伊丹十三監督作品は、主人公が胃ガンとなり、途中主人公は自殺未遂を図るが、医療者と協同しつつ生を全うするまでの過程が詳細に描かれている。視聴中、自らを重ねながらに見続け、その後、患者は非常に重苦しい気持ちを体験するが、その翌日再度見たいと心理臨床者に求め再視聴をする。

再視聴したこの日患者は若年のA子と同室となった。A子は親子関係に問題をもち、混迷状態あるいは過換気症候群で入院となったのである。この同じ時期にもう一人、A子と同じ年齢のB子が入院しており、B子は、自殺企図による入院で、やはり親子関係に問題を覚えていた。

ビデオを再視聴し、病棟での様子と共に自分はもっと早くに自立すべきだったのではないかと手紙に書いたその7月7日夜、患者はリストカットによる自殺未遂を図った。傷自体は浅く、軽傷ではあった。この夜はそれを知った夜勤精神科病棟看護婦に抱きしめられ、抱きしめられながら思いきり泣くという経験をしている。また、まだ若いA子、B子の二人はお互いに企死念慮が湧いては慰め合う関係にあり、患者はこの若いA子、B子の二人に「お母さん」みたいと慕われ、感慨深い思いを経験している。

毎日心理臨床者宛に書いていた手紙は、リストカッ

ト後には日を置くようになった。

3. 5 第三期：自殺未遂から手術決意期

リストカットから数日後、昔から患者を診ている神経内科医の診察があり、このときに医師は「次から次へと病気が出てきていやになる気持ちわかる」との共感的姿勢を示し、患者の気持ちを十分汲み取ったやりとりを行い、患者も参加を迷っていたバス遠足を勧める。そのことも手伝って片道2時間近くかかるバス旅行に患者は参加し、参加できた自分に「すごさ」を感じるようになる。患者はA子とB子と3人で行動することが多くなり、時に不安定になるA子やB子に対する医療者の態度に憤りを示したり、他患と口論をするなどの気丈さも示すようになった。

消化器内科を受診した7月18日には、手術のことを考えていることを医師に伝え、それを受けて22日までに気持ちを決めてきてほしいと医師から求められると「はい」と答えたという。それはB子に手首を見られ「手首切ったの？」と聞かれて抱きしめられたり、D男に元気になったねと言われて、改めて他患への感謝の気持ちと共に自分の中に元気ややる気がわき出てきたのを感じ始めた日だった。

患者は高校時代の友人に自分から電話をし、それに答える形で面会を受け、さらにC男と外出をし、続いて重症筋無力症になって以来することがなかったという一人での外出も行った。

はっきりと手術を決めたと手紙で述べ、迷うのも疲れたと言い、そして、患者が語りまた書いた文面によるとリストカットの翌日、同じ入院患者でリストカットの数日前に退院したC男に電話して自殺未遂の事実を伝えたところ、C男から「ばかやろー」と怒鳴られ叱られ、そして「もうするなよ」と諭されたと言う。C男は、アルコール依存症患者で、患者がレクリエーションの時間に体育館で初めてバトミントンをした相手であった。C男は入院してすでに退院していたが、断酒を継続していた。後で聞くとところによると、患者が手術して歩けるようになるまで飲まないと願を掛け、それがC男の断酒の動機づけに大きな役割を果たしていたのであった。患者はC男の存在が大きいことを率直に語った。しかし、手術は誰のためでもなく自分のためと言い、7月22日に手術を受ける意向を消化器内科医に伝えたのであった。

この決意は患者家族は勿論、医療関係者はじめ心理臨床者も癌の進行を危惧しながらも患者自身の決意を待ってきた中でやっと患者自身が下した生きることの決意であった。

そして2ヶ月ぶりに外泊をした患者は、やはり父母

との元の暮らしを続けることには無理があるとの気持ちを抱き、どうしたら楽な生活が出来るようになるのかを考えるようになる。心理臨床者に自分が手術の決意が出来たのは C 男のおかげだと述べ、C 男への好意以上の気持ちを持っていることを自分でも戸惑いを自覚しながらもきっぱりと語るのであった。

3. 6 その後

7月31日には外科に転科。外科転科後も精神科医による外来診療が継続され、心理臨床者もまた、外科病棟に訪室してベッドサイドにおける心理面接を継続することとなった。

8月12日に手術が施行され、胃全摘にて無事手術は終了し、術後一週間で患者はベットから起き上がって自力歩行を果たした。しかし、ダンピング症状に悩み、患者自身が予想した以上に辛い時期が続く。患者は外科病棟からそのまま家庭に帰ることも出来たが、患者の希望にて10月2日に再度精神科病棟に転棟となった。12月1日には患者からこれまでのような定期的な心理面接を終了したいとの申し出を受け、これを了承し、今後について患者自らが模索する生活に入ったのである。

4. 資料の分析

患者が心理臨床者に宛てて書いた手紙は、患者自身も述べているが、ほとんど患者の心情そのままと言って良いくらい率直に書かれた内容である。文面で書かれあるいは記された人々は実に多岐にわたっている。分類するとそれは心理臨床者を含む医療専門家集団、家族、入院患者、その他に分けることが出来る。

専門家は医学的局面で患者との関わりを考えるも

のである。心理臨床者もまた心理臨床という局面で患者との関わりを考える。しかし、患者の文面には当然のことながら患者を中心に織りなされる多くの人々が扱われており、手紙の中で専門家集団は多くの人々の中で相対化されている。患者が手紙で記述する多くの人との関わりは患者の人生の転回点において患者を中心に織りなされる患者の生きた実体験である。そういう点で、この手紙は、人生の重大局面における周囲の人々との関わり合いの諸相を示す重要な資料となるのである。そこで、患者の手紙を資料とし、患者の対人関係を中心に渦中において患者自身が意識し、思いを巡らせる様相の特徴について考えてみたい。

4. 1 分析手続き

分析対象は、患者が心理面接開始直後の4月10日から手術を決意した7月22日までの416枚の手紙である。この手紙が書かれた枚数を月別にまとめ、次に、患者の意識活動の時間的な幅についても、手紙に現れた内容から時間的に定量化し、意識活動の時間的広がりを調べる。さらに文面に表された人々を患者自身、医療専門家集団、家族、入院患者、その他と分類する。そして癌告知、リストカット、手術決意という大きなエピソードの前後5日に文面に表された人物対象の割合を定量化し、患者が意識し思いを巡らせた対象の変化の仕方を見てみる。

人は意識活動では過去に未来に自由に往来することが出来る。そして、人は退行を伴いながら再適応を図ると言われている⁴⁷⁾。この時間に関する分析は、現在における人間関係と共に適応を巡る意識のあり方を退行という観点から考察するためのデータを提供するかもしれない。

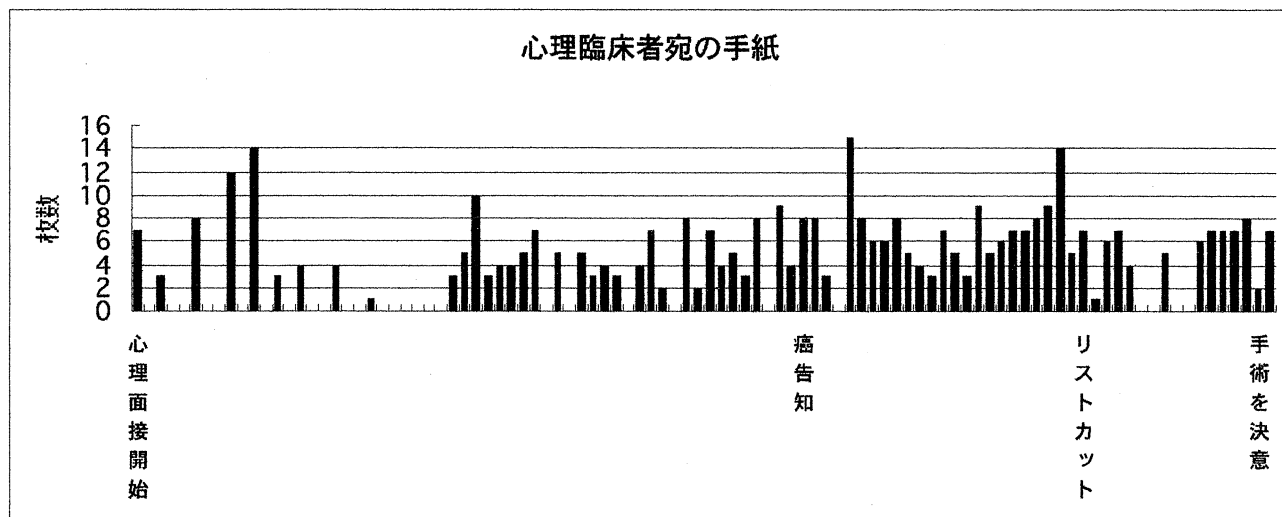


図1：心理臨床者に宛てた手紙枚数

4. 2 結果

結果は図1、図2、図3に示し、表2では手紙に現れた人物の分類下位項目を示した。

4. 2. 1 時系列から見る手紙枚数

手紙の枚数は図1に示したが、1日ごとの手紙枚数が棒グラフで表されている。心理面接から手術の決定までに、手紙を全く書かない日はむしろ少なく、多いときでレポート用紙15枚も書いている。

手術を決意した後の7月23日から12月1日までの凡そ130日間で、手術があったとはいえ69枚であるのに対し、心理面接開始から手術決意までの約100日の間に書かれた手紙が400枚を越えることは、手術を決意するまでの間に患者は精力的とも言える位に手紙を書き続けていたことになる。このほかに患者は日記も書いており、書くことに力を注いだ患者の姿勢には全霊を傾けたものがあったと推察される。

4. 2. 2 時間軸から見る意識の諸相

図2は、手紙に記述された内容が記述された時点

から見て時間的にどのくらい離れた内容であるかを年単位で割り出し、手紙を書いた時点から見て未来をプラス、過去をマイナスとして、癌告知を受けてからリストカットそして手術を決意するまでの期間について数値化してプロットしたものである。

この図によれば、過去に対しては最大40年ほどの幅で意識が向けられるが、未来に関しては、せいぜい1年先について向けられるにすぎない。但し、「この先何があるのか」という形で未来に対して漠然とした思いを向けていることがある。

エピソードとの関連で見ると、リストカット以前に、しばしば過去に意識が向けられる機会が多く、リストカット後は激減し、手術を決意する直前に27年前に意識が向いて手術決意に至っている。過去に意識が向けられるのは特に10年前、25年前前後に集中しており、それぞれは子宮摘出期、重症筋無力症発病期に当たる。こうした時期に意識が向くときに一方で未来にも意識が向けられている。リストカット直前に

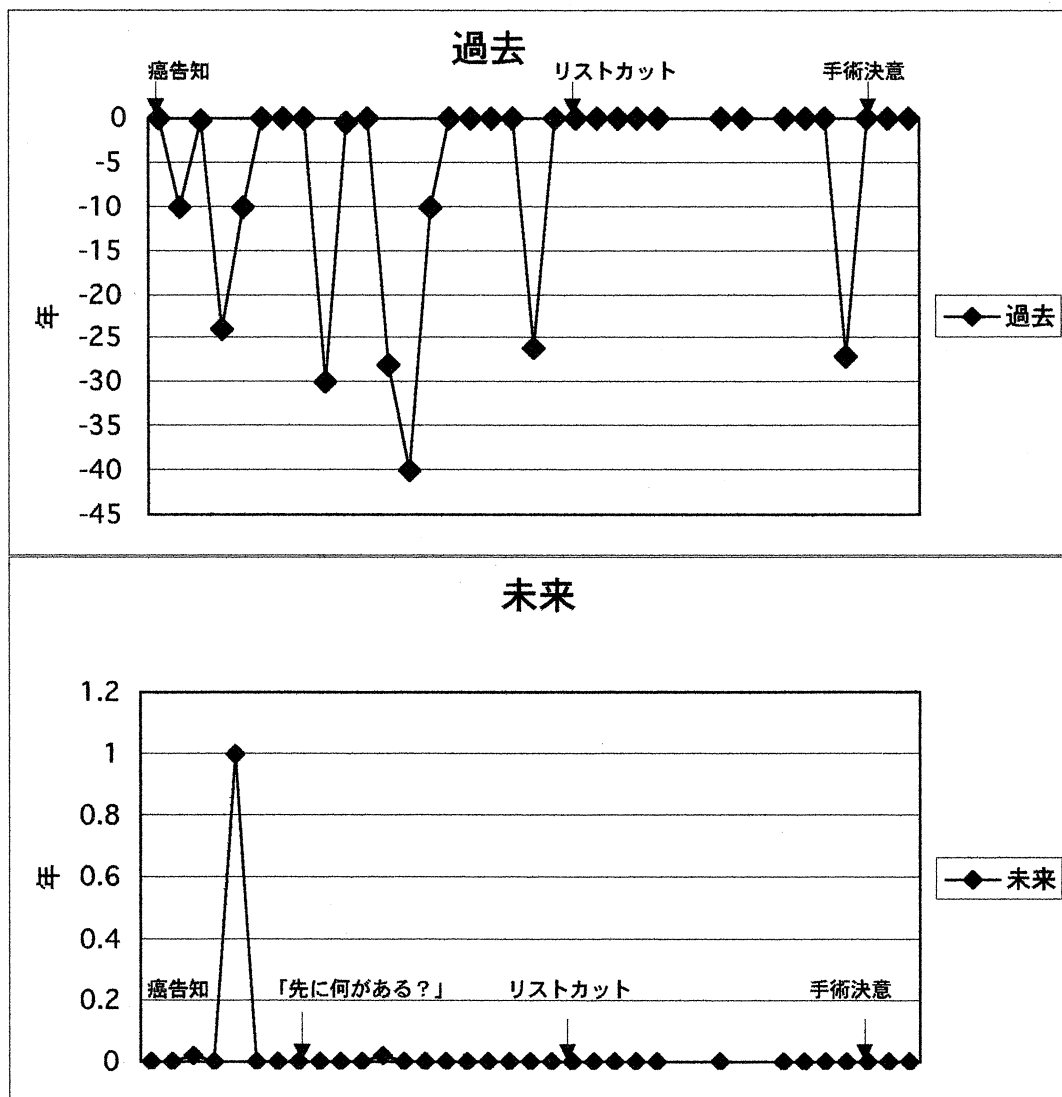


図2 時間軸から見る意識

も発病当時に意識が向いており、また手術を決意する直前にも同時期に意識が向いている。

4. 2. 3 対人関係分類の分析

次に、癌告知、リストカット、手術決意の前後に手紙に現れた人物群を、患者自身(私)、専門家集団(医療者)、親類家族(家族)、入院患者(患者)、その他に分類し、下から順にまとめて図にしたのが図3である。

各エピソードの前後の変化を見ると、そう劇的に手紙に現れる人物群の比率が変化しているようには見えない。しかし、全体を見ると手術決意前までは「私」が4割前後占めていたのが、決意後は3割弱に減じ、一方で「医療者」は3割前後だったのが、決意後は逆に4割に増えている。また「家族」は告知前後では2割を占めていたのが手術決意前後では1割を下回り、自殺後と手術決意前で「患者」が急増し2割から3割にまで増している。そして、「その他」も告知前から微増し、手術を決意する前に最大値になっている。

5. 総合考察

これまでの事実から考察点として3つを挙げたい。一つは重症筋無力症の発症が既往歴及び癌による胃の全摘術決意に及ぼした影響についてである。もう一つは、患者が心理臨床者に当てて書いた手紙を資料とす

る分析の結果から手術の決意までの患者の周囲の人々との関係や患者が自らの人生に対して向けた意識活動の特性についてである。そして最後に心理臨床者の役割というものについて考察を加える。

5. 1 既往歴及び手術決意への重症筋無力症の影響

比較的古くから抗コリンエステラーゼや胸腺摘出術の効果が報告されていた。発展は遅れたが、2000年には胸腺摘出術はすでに一般的治療となり、拡大胸腺摘出術も1980年代に有効性が確かめられている。

しかし、患者が重症筋無力症を発病した当時は、胸腺摘出術は一般的ではなく、いくつかの病院を受診し薬物療法主体の治療を行って、自宅での療養生活を送り、ほとんど無効であるマッサージさえ行って過ごしている。胸腺摘出術を勧めたのはわざわざカルテから患者の存在を知って自宅を訪れた重症筋無力症友の会のI氏であった。インターネットもない時代には病気に関わる情報の入手がどれほど困難であったかを物語るエピソードである。これによって胸腺摘出術を受け6年にわたって入院生活を送ったが、その後8年に近くの比較的平穏な生活が送られている。

突然の腹痛から子宮筋腫、露胞腺腫が見いだされ甲状腺及び子宮の摘出術が施行された。甲状腺機能亢進症は、重症筋無力症の合併症として知られているが、子宮筋腫との関連は明らかではない。しかし、若年で

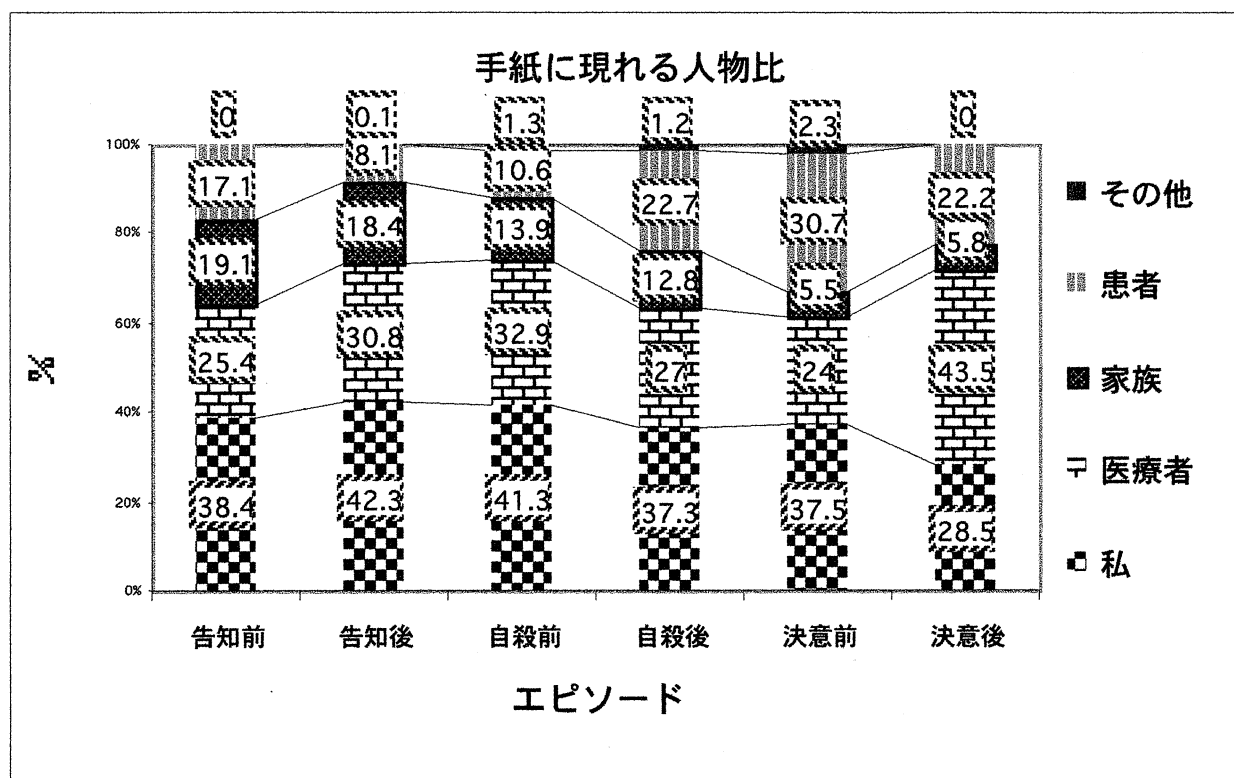


図3：手紙に現れる人物分類

難病に罹り、やっと平穏な日々に至ったかと思われたときに患者を襲ったこれら疾患を契機に患者は過換気症状などの心身症的症状によって度々入院を重ねるようになるのである。精神科入院により、再び活動性を甦らせつつあった患者に告げられた腫瘍、そして癌に至っては、病から逃れられない運命にあると自らを刻印づけるに十分であったことが窺えるのである。

癌と胸腺摘出との関連は専門家も危惧するところであったが、拡大胸腺摘出施行患者の方が薬物のみの治療を受けている重症筋無力症患者よりも癌発病率が低いとの報告がある。患者が拡大胸腺摘出術を受けたかは定かではないが、重症筋無力症と癌の発病との関連は否定的であろう。しかし、患者にとっては重症筋無力症に始まる病気の発病の経験は、癌を克服しようとの動機を低減させる条件となったことは疑いようがない。

またこうした長い闘病及び療養生活が自己形成にも影響を及ぼしているものと思われる。重症筋無力症そして様々な病気の発病は患者の自立行動を事実的に妨げ、自立心に基づいて自立的な活動を高めようとしても他者への依頼を必要とせざるを得なくなることによって自立しきれない自分という自己認識を形成させることになったのではないかと推測するところである。

5. 2 患者の意識活動と人間関係の特性

心理臨床者に向けて書いた膨大な量の手紙は、腫瘍の発見そして癌の告知という患者の危機に際して患者が示した一つの反応と見ることが出来る。手紙の内容の分析によって、癌の告知後、癌という患者の危機に伴って患者の意識は重症筋無力症の発病時期と子宮筋腫による子宮の摘出期に向かっていることが推察される。つまり患者の意識は同じような人生の危機の時期に向かい、その時期との関連でこれからの行く末に思いを馳せたものと考えられる。そして、分析結果はリストカットの直前にも重症筋無力症発病時に意識が向かっており、手術を決意する直前にも同じ時期に意識が向かっていったことを示している。重大な結論に至る過程で、一種の原体験へと意識は向かいそこから決意を固めたのではないかと推察されるのである。これは、生体が危機に際して退行を通じて再適応を図ろうとする時に行なわれる営みが示されたものと思われる。

また、手術を決意する前に患者の意識する人物群が多様化していき、患者を取り巻く病棟内の人間関係に意識が向けられていく様子が示された。そして手術を決意する直前には患者の意識には医療者や家族以上に、身近な自分を取り巻く患者達の重要性が増した。

表2：手紙に現れた人物群

【専門家集団】

神経内科Dr 神経内科外来看護婦
精神神経科Dr 精神科病棟看護婦
消化器内科Dr 外科Dr
外科病棟看護婦 作業療法士 心理臨床者

【家族】

父 母 長弟 次弟 義妹達 甥っ子達
叔父 叔母
いとこ達 祖父母

【入院患者】

A男 B男 C男 D男 E男 F男 G男 H男
I男
A子 B子 C子 D子 E子 F子

【その他】

I氏 近所の男の子 高校時代の友人 マッサージ師
公園の母親とその子供

この事実は、リストカット及び手術の決意の前に患者の意識は時間軸としての幅が過去へと深まると同時に、他者への関心も多様化していったことを示している。そして特に生きる決意をする直前の意識は身の回りの一緒に生活をして直に関わっている他患への関心が強まったと言えることが出来る。つまり、専門家以外の人々との関わりというもの患者本人にとって相当の重さを持つようになっていると思われるのである。

次に指摘しなければならないことは、手術拒否という一見消極的な態度を医療者が受け入れ、患者本人の気持ちを尊重した形で治療を進めようとする中で、バトミントン、外出や遠出の実行など、患者自身の活動性、能動性、積極性が増したということである。この中で同じ患者という立場にある人々からも能動的な働き掛けが患者に対して行われている。それは、手術が無事にすむまで願を掛ける、つまり己の人生をあなたに賭けるという形で患者の人生に積極的な意味を与えた。そして、「心のお母さん」として慕われたことは、子宮摘出によって患者にとって得ることもなく失った「母」としての役割の模範的復権という意味があったと考えられる。

これらは全て専門家にとっては予見し得ない他の患者との関わりである。しかし、患者の生きる意思を呼び起こすのに重要な寄与をなしたと考えられるのである。

5. 3 心理臨床者の役割

それでは、心理臨床者は患者にどのような役割を果たしたのであろうか。

これまでも患者は日記を書く習慣があり、日記に多くの思いを綴っている。手紙は読者が明確に想定されるのであり、その中で思いの全てを綴るには、全幅の信頼を相手に寄せることが必要である。患者は様々な出来事や感情を心理臨床者を相手に書くことが出来たことから、心理臨床者には理想的な読者という役割が付与されていたと推定できる。

心理臨床者は、しかし無言の読者ではなく心理面接の際に渡される手紙を面接の話題として取り上げ、感想を述べたりもしている。こうした働きかけにはほとんど無関係に手紙の内容は進行していったように思える。この自らの内面を真摯に直視し、それを直截に表現し得たのは患者の自発的行動であって、心理臨床者は畏敬を持って眺めた。それが心理臨床者の役割であった。

但し、癌告知から暫くすると手術拒否の姿勢は和らぎ、抗ガン剤を受けてみようかと考えるようになった。やはり生きていたいという思いから結局は手術を受けることになるだろうと、心理臨床者は本を貸し与え、ビデオも貸し出している。ビデオを再視聴したその夜に患者がリストカットを行っていることから、このビデオを貸与した心理臨床者の働きかけは問題となる。ただビデオを見たのは結局は患者の希望である。これは心理臨床者の責任逃れとして述べるのではなく、癌にまつわるストーリーでかなり負担になるかもしれないことを告げられたにも拘わらず、癌を放置した場合に至るであろう自らの現実的な行く末を直視しようと患者自身が体験を積みながら乗り越えようとする歩みの現れでもあると考えられるのである。

逡巡し焦りながら、活動性が増し、癌であることがどこか現実味をもてない状態だったところにビデオを視聴したことは、患者を一気に現実を引き戻し、癌への対処行動を促したのではないかと思われる。対処行動はリストカットであり、ビデオの貸与という心理臨床者の働きかけがこれを促した。幸いにも軽傷であったが、患者の行動化は病棟看護婦、若年の患者達、そしてバカヤローと怒鳴った他患の支えの基で患者は穏健な手術を受けるという形の癌への対象行動の選択に至った。それは励ましや助言ではなく、身をもって患者に己を賭けるとでも言えるくらいの積極的なものであった。そしてそれは己を賭けあるいは母とするに値する関わりを患者自身が周囲の患者達と作り上げていたことを示す。このような関わりは専門的な関わり

からは遠い。

心理臨床者は、積極的に働きかけるのではなく、患者の信頼感を思いこみとして安直に払拭するのではなく、手紙を受け取り、それを読み、感想を伝え、患者の手術拒否という態度を医療者と共に尊重しながら、如何にして手術を受け入れる姿勢を作り上げていくのかを期待しながら待つことをした。ビデオ貸与は行き過ぎだったかもしれない、それがなくとも手術は受け入れたかもしれない。この点は、疑念の残るところである。

6. まとめ

若年において重症筋無力症となり闘病と療養の生活を強いられ、これにより患者は多くの医療者や専門家、そして家族の助けを借りることとなった。さらに病気が重なり、癌を併発した悲しみとそれまでの辛苦は如何ばかりのものであったかは余人をもって知るころではないだろう。その患者に再び生への意欲を燃え上がらせたのは、治療者による関わりではなかった。また患者を先のしれぬ自宅療養から胸腺摘出術という外科治療に導いたのも友の会の人であった。そういう点で、非専門家だが当事者そして自らが作り上げた人間関係から生まれる関わりが患者の決意にとっての重要な要因となったのである。このような関わりを自分が作ったのだということは、当の患者自身が最も思い抛らないことであるかもしれない否定できない事実である。

心理臨床は患者と心理臨床者の対人関係を基に成立する。しかし患者を取り巻く対人関係の全てにとってそれは一部であり、時に心理臨床者の考慮外の対人要因に支えられ、あるいはこれが主要な要因となって患者の行動が選択されることがある。これは至極尤もな常識的観点の再発見である。

謝辞

重症筋無力症に始まる多くの病に罹り、その苦しみを周囲への気遣いを見せながら生き、続く病に対して嘆きと煩悶を綴ることを通じて率直に語り、語ることを通じて、強がるのではなく、嘆かざるを得ない弱き自分であることを赤裸々に明かすことに人間としての可能性が開かれることがあるのだと教えてくれた、ここに名を記すことの出来ない患者に、心からの敬意と感謝を捧げるものである。

引用文献等

- (1) 前田 潤・松本敏治, 総合病院における心理臨床—リエゾン事態としての事例研究 (1); 人工透析患者例—, 室蘭工業大学紀要第 49 号, (1999), pp.139-150.
- (2) 前田 潤・狩野 陽, 総合病院における心理臨床—‘liaison’ psychology の構築に向けて—, 日本心理学会第 59 回発表論文集, (1995), p.244.
- (3) 神奈川県難治性疾患団体連絡協議会, 「重症筋無力症の重症って?」, <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Kaede/4080/gravis.html> (2002.4 現在) .
- (4) Mark H.Beers, Robert Berkow, The Merck Manual of Diagnosis and Therapy 17th edition, Merck Research Laboratories, (1999), pp.1496-1499.
- (5) 野間惟道, 医科学大事典 21, 講談社, (1982), pp.41-45.
- (6) 藤井義敬, 名古屋市立大学第二外科「重症筋無力症について」, <http://www.med.nagoyacu.ac.jp/surg2.dir/mg/index.html#重症筋無力症>, (2002.4.1 現在) .
- (7) 菊地浩吉・森道夫・今村正克・谷内昭・坂岡博・板倉克明・石井良文・松本脩三・菊地由生子, 医科免疫学, 南江堂, (1975), pp.325-326.
- (8) ウィリアムス・プライス・フィリップス, 臨床神経学事典, 医学書院, (1999), pp.730-731.
- (9) 全国筋無力症友の会西日本, 「筋無力症とは?」, <http://www.power.co.jp/tm/MGOSK/index.html> (2002. 4 現在) .
- (10) 門田康正, 第 30 回大阪支部総会イン愛媛 医療講演要旨 重症筋無力症の外科的治療, http://www.power.co.jp/tm/MGOSK/kouen/monden_r.html, 全国筋無力症友の会西日本 (2002.4 現在) .
- (11) 服部孝道, 重症筋無力症, <http://www.nanbyou.or.jp/tokuteisikkan/s/si7.html>, 難病情報センター (2002.4 現在).
- (12) 滝沢知子, MG と共にトライアスリートでありたい, 11 章, http://member.nifty.ne.jp/taki_ke/mg/SEC11.htm, (2002.4 現在).
- (13) V.E.フランクフル, 夜と霧, みすず書房, (1987).
- (14) V.E.フランクフル, それでも人生にイエスと言う, 春秋社, (1994).
- (15) E.フロム, 生きるということ, 紀伊國屋書店, (1988).
- (16) 伊丹十三脚本監督, 大病人, 東宝株式会社, (1993).
- (17) 狩野 陽, 心理治療に発現する治癒の機軸: 覚書—フロイト初期の治癒体験と治癒概念の成立, 北海道大教育学部紀要第 52 号, (1989), pp.1-29.

ハワイ語における2タイプの数詞文について

塩谷 亨^{*1}

Two Types of Numeral Sentences in Hawaiian

Toru SHIONOYA

(原稿受付日 平成14年5月7日 論文受理日 平成14年8月30日)

Abstract

There are two types of numeral sentences in Hawaiian; (i) existential sentence type and (ii) equational sentence type. The two types differ semantically and structurally.

Keywords: Hawaiian, Polynesian, Numeral

1 はじめに

1.1 ポリネシア諸言語について

ポリネシア諸言語は地理上のポリネシア（ハワイ諸島、ニュージーランド、イースター島を3点とする三角形の内側）を中心とする地域で話されている。ポリネシア諸言語はお互いに共通の祖先を持つ親戚同士であり、系統的關係を持つ。共通の祖先から分岐して以来長い年月を経ているにもかかわらず、文法的、語彙的にはかなりの類似性を保っている。

本稿で扱うのはそのポリネシア諸言語の数詞文である。ポリネシア諸語の中でも、まず、ハワイ語の分析を行い、将来、そのハワイ語の分析結果を他のポリネシア諸言語へ適用したいと考えた。

1.2 数詞文とは

本稿で扱う数詞文とはどのようなものを指すのか、ハワイ語の例を用いて示す。ハワイ語の最も一般的な文の構造は次のように図式化できる。

ハワイ語の文構造：述語－主語－その他

ハワイ語の文は動詞述語文と名詞述語文の二種類に大きく分類されるが、そのいずれについても上記の図式に当てはめることができる。

(1) Ua eo kākou i ke ali'i...

完了 負ける 私達 ～によって 冠詞 首長
(述語) (主語) (その他)

「私達は首長によって負けた。」⁽¹⁾

(2) Ma ka lani ka lā...

～に 冠詞 空 冠詞 太陽
(述語) (主語)

「太陽は空に。」⁽²⁾

^{*1} 共通講座

上記の例のうち(1)が動詞述語文の、(2)が名詞述語文の例である。(1)では動詞が述語として文頭にきて、その後ろに主語、そして更に後ろにその他の要素が来ている。(2)では前置詞 *ma* が付加された名詞句 *ma ka lani* 「空に」が述語として文頭に来ている。

このようにいずれの場合にも述語は文頭に来るのが一般的な文構造である。この述語の位置、すなわち、文頭の部分に数詞が来ている文を総称して「数詞文」と呼ぶ。以下に数詞文の基本的なものを二つ例示する。

(3) 'Ekolu kanaka i ha'alele.

三 人 完了 去る
「去った人は三人。」

(4) 'Ehā kapuai kona ki'eki'e.

四 フィート そのの 高さ
「その高さは4フィート。」

このように(3)と(4)ではそれぞれ数詞'ekolu「3」と'ehā「4」が文頭、つまり述語の位置に来ている。また、それぞれ数詞の直後に冠詞等の要素を介さずに来ている名詞を便宜上、「数詞後名詞」と呼ぶことにする。(3)と(4)では kanaka「人」と kapuai「フィート」がそれぞれ数詞後名詞である。

1.3 先行研究と本稿の目的

塩谷⁽³⁾はハワイ語の数詞が品詞分類上どのような位置づけをなされるか分析を試みた際に、数詞文のいくつかの例を扱っているが、数詞がどのような環境で用いられるか分析することが主眼であったため、数詞文の文全体としての構造と意味に関する議論は十分になされなかった。そこで、本稿では、数詞という単語レベルに着目するのではなく、数詞文という構文全体としての記述を行い、その意味的、構造的な一般化を示すことを目的とする。

他の先行研究において数詞文の意味と構造について言及した例として、Alexander⁽⁴⁾が、「主語が普通名詞で英語だと"there"が前置されるような場合には不定冠詞 *he* が数詞が名詞の前に来る」と指摘している。

Elbert and Pukui⁽⁵⁾は本稿で言うところの数詞文に相当すると思われるいくつかの例文を訳文と共に挙げているが、いずれも、文としてではなく、名詞句として扱い、詳しい意味的、構造的議論は示していない。

また、本稿では新たに拡充した例文データベ

スを活用して、可能な限り多くの数詞文のパターンを網羅するように努力した。

2 分析データ

今回の分析に用いたデータベースに含まれるハワイ語文献の内訳は以下のとおりである。

Pukui and Green (1995)	民話
Beckwith (1911-1912)	民話
Fornander (1917-1918)	民話、伝統・風習
Nakuina (1902)	民話
Nakoa (1979)	小説
Beckwith (1932)	伝統・風習
Malo (1987)	伝統・風習
Na haiao (1841)	キリスト教関連
Hawaiian Laws (1994)	法律
Mookini (1985)	動物の紹介
Kuokoa	新聞 (記事、読み物)
Ka Lama Hawaii	新聞 (記事、読み物)
Ka Hoku o Hawaii	新聞 (記事、読み物)
Kumu kamalii	新聞 (キリスト教)

上記のように、民話から法律まで出来るだけ多様なジャンルからデータを集めた。

3 数詞文の諸例とその構造

3.1 数詞一名詞一名詞を修飾する語句

この章では、ハワイ語の数詞文の諸例をその構造によって大きく四つのグループに分類して、各グループのいろいろなパターンについて、その構造を記述していく。

第一のグループは、<数詞-名詞-名詞を修飾する語句>のように三つの要素からなる構造を持つ数詞文の例である。名詞を修飾する語句にはいろいろな要素が来る。以下に、それらを列挙する。

最もよく見られるパターンの一つは、名詞を修飾する語句として、前置詞が付加された名詞が来るパターンで、下記のように図式できる。

(I) 数詞一名詞一名詞が前置詞が付加された名詞

(5) ..., 'elua mau wahine ilaila, ..

二 複 女性 そこに

「そこには女性が二人いた。」⁽⁶⁾

例文(5)の *ilaila* 「そこに」は場所を示す前置詞 *i* と名詞 *laila* 「そこ」が一語として書かれたものである。また、名詞 *wahine* 「女性」の前にオプションな複数マーカー *mau* が付加されている。前置詞 *i* の他にもいろいろな前置詞があるが、このような数詞文に多用されるものの一つが属格「～の」を表す前置詞 *o* である。

(6) *‘Elua ‘ano o ka ‘ahu, ...*

二 種類 属格 冠詞 衣服

「衣服の種類には二つある。」⁽⁷⁾

上記(6)は極シンプルな例であるが、属格の前置詞 *o* はかなり複雑な数詞文も作る。

(7) *ho‘okahi lā o kona noho ‘ana me kāna*

1 日 属格 彼の 住む こと ～と 彼の

mau kaikamahine ma Honopuuwaiakua, ..

複 娘 ～で Honopuuwaiakua

「Honopuuwaiakua で彼が娘達と住んだのは一日だった。」⁽⁸⁾

例(7)の構造は一見複雑であるが、直訳すると「Honopuuwaiakua で彼が娘達と住むことの日は1だ。」のようになり、下線部全体が、前置詞 *o* が付加された名詞句を構成している。従って、これもパターン (I) の例とみなすことができる。いろいろな行為の日数、年数など期間を表す表現がこのパターンで表される。

(8) *‘ekolu lā o ko Aukelenuiaiku hele ‘ana*

3 日 属格 Aukelenuiaiku-属格 行く こと

i ka lawai’a, ..

～に 冠詞 釣り

「Aukelenuiaiku の釣りに出かけた日数は三日。」

(1)

例(8)でも、直訳すると「Aukelenuiaiku の釣りに行くことの日が3だ。」のようになり、下線部全体が前置詞 *o* が付加された名詞句をなしている。

このグループに属するもう一つのパターンは名詞を修飾する語句として関係節が来る数詞文の例であり、その構造は次のように図式化される。

(II) 数詞—名詞—関係節

(9) *‘ekolu keiki i hō‘ole, ...*

三 子供 完了 断る

「断った子供は三人。」⁽¹⁾

例(9)では下線部が「断った」という意味の関係節であり、その前の名詞 *keiki* 「子供」を修飾している。この例は、先行詞が関係節自体の主語に相当

するケースであるが、先行詞が関係節自体の主語ではないケースもある。その場合には、関係節自体の主語は例(10)のように属格名詞で表される。

(10) *‘ekolu malama o‘u e ho‘omākaukau ai*

三 月 私-属格 未完了 準備する

no ka ho‘āo o ‘olua,

～のために 冠詞 結婚 属格 あなた達-双数

「あなた達の結婚のために私が準備をする月が3ヶ月ある。」⁽⁸⁾

例(10)では下線部が「あなた達の結婚のために準備をする」という意味の関係節であり、その前の属格名詞 *o‘u* 「私の」が関係節自体の主語をあらわしている。全体で「私があなた達の結婚のために準備をする」という意味で前の名詞 *malama* 「月」を修飾している。

3.2 数詞—属格名詞—名詞

第2のグループは<数詞-属格名詞-名詞>の三つの要素から成る数詞文の例である。このグループの構造は以下のように図式化される。

(III) 数詞—属格名詞 (ゼロ所有形) —名詞

属格名詞と呼ばれるものには3種類あるが、ここで登場する属格名詞はゼロ所有形と呼ばれるもので、形の上でも意味の上でも、前の節の構造パターン (I) の事例として登場した属格の前置詞が付加された名詞句と同じ¹である。ただし、このグループで登場する属格名詞 (ゼロ所有形) は名詞の後ろではなく、前に置かれる。

このグループの中で最も一般的な数詞文は所有を表す構文である。

(11) *.. ‘elua ona koa ikaika loa, ..*

二 彼-属格 戦士 強い とても

「彼にはとても強い戦士が二人いる。」⁽¹⁾

例(11)では *ona* 「彼の」がゼロ所有形であり、名詞 *koa* 「戦士」の前に置かれている。

又、このパターンは行為や状態の期間を表すのにも使われる。

(12) *..., ‘ehā o lākou malama i ka moana, ..*

4 彼ら-属格月 ～に 冠詞 海

「この航海で、彼らが洋上にいた月は4ヶ月。」

(1)

¹ 例えば「彼らの、彼女らの」を表すゼロ所有形 *o lākou* は、実際には属格の前置詞 *o* 「～の」を代名詞 *lākou* 「彼ら、彼女ら」に付加した *o lākou* と同形である。

例(12)では o lākou 「彼らの」がゼロ所有形である。文字通りには「彼らの海上での月は4だ。」のようになるが、ここでは期間を表している。

3.3. 数詞一名詞ー決定詞一名詞

三つめのグループは、＜数詞-名詞＞の後ろに来るのが修飾語句ではなく、一つの独立した名詞句、つまり＜決定詞-名詞＞というものが続く場合である。

決定詞の一つめの例は冠詞であり、その構造は以下のように図式化される。

(IV) 数詞一名詞ー冠詞一名詞

- (13) Mai ka make 'ana, a ke ola
 ～から 冠詞 死ぬ こと ～まで 冠詞 生きる
 hou 'ana, 'ekolu makahiki ka lō'ihī.
 再び こと 三 年 冠詞 長さ
 「死んでから生き返るまで、長さは三年。」⁽¹⁾

例(13)の下線部が数詞文の部分である。

決定詞の二つめは属格名詞 (k-所有形) である。ここで登場する属格名詞 (k-所有形) は先に登場したゼロ所有形とは異なる。k-所有形は ko 又は kā を代名詞か名詞句の前に前置することによって作られるもので、ゼロ所有形の語頭に k-を付けた形に相当する²。意味的、機能的に、定冠詞と属格名詞の二つを併せ持っている。このパターンの構造は以下のように図式化される。

(V) 数詞一名詞ー属格名詞 (k-所有形) 一名詞

- (14) He kanakolu dala kona uku,...³
 三十 ドル 彼・彼女-属格 支払い
 「その人の支払いは30ドル。」⁽⁹⁾

例(14)では kona が k-所有形である。

3.4 数詞ー決定詞一名詞

4つめのグループは、＜数詞-決定詞-名詞＞であり、前節で述べたグループと比較すると、数詞の直後に来ていた、数詞後名詞がなくなった形である。

² 例えば「彼の、彼女の」を表すゼロ所有形は ona であるが、同じく「彼の、彼女の」を表す k-所有形は kona となる。語頭の k-は定冠詞 ka 又は ke と関係があるといわれている。

³ 10以上の数を表す数詞の前には通常 he が付加される。またそれ以外の数詞にも he が付加される事がある。この he が何かについてはまだ結論が出ていない。

る。

前節と同様、決定詞としては、まず、冠詞が来ることが出来る。その構造は以下のように図式化できる。

(VI) 数詞ー冠詞一名詞

- (15) He umikumalua ka nui o keia mau
 1 2 冠詞 数 属格 これ 複
 mokupuni,...
 島

「これらの島の数は12。」⁽¹⁾

冠詞以外に、決定詞として、属格名詞 (k-所有形) も現れる。その構造は以下のように図式化される。

(VII) 数詞ー属格名詞 (k-所有形) 一名詞

- (16) .., he 'umikumamalima ko lakou nui, ...
 1 2 彼ら-属格(k-所有形) 数
 「彼らの数は12人。」⁽⁸⁾

例(16)では ko lākou 「彼らの」が属格名詞 (k-所有形) である。

3.5 その他

その他、上記4つのグループにうまく当てはまらない例をここに列挙する。

まず一つめは以下のように図式化される構造である。

(VIII) 数詞一名詞ー属格名詞 (k-所有形)

先に述べたパターン(V)とよく似ているが、属格名詞 (k-所有形) の後ろに名詞が来ない形である。

- (17) A inā 'ehā keiki kā kekahi
 そして もし 4 子供 属格(k-所有形) ある
 makua,...
 親

「そしてもしある親に4人の子供がいたなら」⁽⁹⁾

- (18) 'Ehā nō niho ko ka dia,...
 4 実に 歯 属格(k-所有形) 冠詞 鹿
 「鹿は歯が実に4本。」⁽¹⁰⁾

例(17)と(18)ではそれぞれ、kā kekahi makua 「ある親の」、ko ka dia 「鹿の」が属格名詞 (k-所有形) である。

k-所有形はそれ自体で「～のもの」という意味で名詞句的に用いることが出来ることから、このパ

ターン (VIII) は (V)の変種のように見える。

その他のもう一つは代名詞が単独で数詞の後ろに来る数詞文の例で、その構造は以下のように図式化される。

(IX) 数詞一代名詞

- (19) 'O Kipunuiakamau mā, 'elua lāua,...
Kipunuiakamau 達 2 彼ら
「Kipunuiakamau 達は、彼らは二人。」⁽¹⁾

4 存在文タイプと等位文タイプ

4.1 存在文タイプ

この章では、第3章で列挙したいろいろな数詞文の構造を更に整理し、それに意味的な特徴も考慮して、意味的、構造的に異なる二つの大きなタイプに分類することを提案する。

一つめのタイプは存在文タイプと呼ぶものである。その典型的な構造と意味は以下のように図式化される。

存在文タイプの数詞文
構造：
数詞 (X) - 名詞 (Y) - 名詞を限定する語句 (Z)
意味：
Zで限定されるようなもの Y が X 個存在する。

存在文タイプの典型的な数詞文を用いて例示する。

- (20) 'ehā mau ali'i o O'ahu mamua aku
4 複 首長 属格 オアフ島 先に 方向詞
o Kakuhihewa,...
属格 Kakuhihewa
「Kakuhihewa よりも先のオアフ島の首長は4人いる。」⁽¹⁾
ここでは、「Kakuhihewa よりも先のオアフ島の、という修飾語句で限定されるような首長が4人存在する。」というように、存在の意味を表している。
このタイプには第3章で示したパターン (I)、(II) が属する。又、ゼロ所有形が名詞の前に来る形であるパターン (III) については、前にも述べたようにゼロ所有形は意味的に形の上でも、属格前置詞が付加された名詞と同様であるので、パターン (II)の変形と考えて、この存在文タイプに加える。

名詞を修飾する何らかの語句を伴う場合が一般的であるが、伴わないこともある。伴わない場合にも、位置等を示す語句が前の文脈に登場している場合が多い。例えば、修飾語句が前置されていることもある。

- (21) Mai ia Liloa a hiki ia Kamehameha, he
~から Liloa ~まで Kamehameha
'umikumamaha hanauma.

1 4 世代

「Liloa から Kamehameha まで、1 4 世代ある。」

(1)

ここでは、下線部の数詞文本体には修飾語句はついていないが、「Liloa から Kamehameha まで」という語句が前置されている。

4.2 等位文タイプ

二つめのタイプは等位文タイプと呼ぶものである。その典型的な構造と意味は以下のように図式化される。

等位文タイプの数詞文
構造：
数詞 (X) - 名詞 (Y) - 決定詞 - 名詞 (Z)
意味：
Zの数値を Y という単位で表すとその値は X である。

尚、図が煩雑になるので省いたが、名詞 (Z)は後ろに修飾語句を伴うことがあるので、存在文タイプと等位文タイプの決定的な違いは数詞後名詞の後ろに決定詞が存在するかしないかということである。次に、等位文タイプの典型的な数詞文を用いて例示する。

- (22) 'ekolu kapuai ka loa o kona mau
3 フィート 冠詞 長さ 属格 その 複
pepeiaohao
角

「その角の長さは3フィート。」⁽¹⁰⁾

ここでは、「角の長さの数値をフィートで表すとその値は3である。」ということになる。従って、この数詞文は「角の長さ=3 フィート」という等式関係を示す等位文と考えることが出来る。このタイプには、パターン (IV)、(V)及び (VIII)が属する。

文脈等から分かりきっている場合、又は、純粋な個体数を表す場合などは数詞後名詞 (Y) は現れない下記のような変種も用いられる。

これには第3章のパターン(VI)、(VII)が属する。

等位文タイプの変種

構造：

数詞 (X) — 決定詞 — 名詞 (Z)

意味：

Zの数値はXである。

その典型的な例を提示する。

(23) 'eono paha kapuai kona kiekie a

6 多分 フィート それの 高さ そして

he 'umikumamālua ka lō'ihī,

1 2 冠詞 長さ

「その高さは多分6フィート、そして長さは12。」⁽¹⁰⁾

下線部では、数値の単位 (Y) が現れていないが、すぐ前の文で「6フィート」が登場しているため、ここも kapuai「フィート」という単位が了解されていると考えることができる。

(24) He umikumalua ka nui o keia mau

1 2 冠詞 数 属格 これ 複

mokupuni,...

島

「これらの島の数は12。」⁽¹⁾

ここでは (Z) の部分が「これらの島の数」となっており、(X) の部分「1 2」は純粋な個数を表していて、単位は不要であるため (Y) にあたる名詞がないものと考えられる。

存在文タイプと等位文タイプの分類について述べてきたが、まだパターン (XI) の扱いについては述べてこなかった。まず、パターン (XI) の扱いについて述べる。

(25) 'O Kipunuiiakamau mā, 'elua lāua...

Kipunuiiakamau 達 2 彼ら-双数

「Kipunuiiakamau 達は、彼らは二人。」⁽¹⁾

例(25)は、代名詞が単独で数詞の後ろに来ているパターン (XI) の例である。これを存在文タイプのよう「彼ら-双数が2つ存在する。」と分析すると合計4人いることになり矛盾する。ここでは「彼らの数」という数値は4である「数」の部分省略した形と考えて、等位文タイプの変種と考える。実際、代名詞は<決定詞-名詞>と同様の分布を示すので、この解釈に無理は無いものと考えられる。

5. 結び

以上のように、ハワイ語の数詞文は意味的、構造的に異なる二つのタイプ：(1) 存在文タイプと(2) 等位文タイプの二つに大きく分類できることが示された。次の課題としては、これらの2つのタイプへの分類が同系のポリネシア諸言語の数詞文にもうまく適用できるか試みたいと考えている。

謝辞

本研究は第123回日本言語学会(平成13年11月九州大学)で発表したものを改定・拡張したものである。学会で貴重なコメントいただいた先生方に感謝の意を表したい。しかしながら、いただいたコメントの中には現時点では応じきれないものも残っており、これについては今後の課題としたい。本研究は文部科学省科学研究費補助金奨励研究(A)「名詞文・数詞文等の基本構文に関する諸問題解明のためのポリネシア諸語間の対照研究」(課題番号12710273)による研究成果の一部に基づいている。

文献

- (1) Fornander, Abraham, Hawaiian antiquities and folk-lore, Bernice P. Bishop Museum Memoirs, vols 4 and 5, (1917-1918).
- (2) Ka Lama Hawaii, Lahainaluna, (Hawaiian language newspaper).
- (3) 塩谷亨、ハワイ語数詞の位置づけについて、室蘭工業大学紀要、第47号、(1997)、p163-166.
- (4) Alexander, W.D., A short synopsis of the most essential points in Hawaiian grammar, Tokyo: Charles E. Tuttle Co., (1968).
- (5) Elbert, Samuel H. and Mary K. Pukui, Hawaiian grammar, Honolulu: University of Hawaii Press, (1979).
- (6) Kahiolo, G.W., He moolelo no Kamapuaa, (1978).
- (7) Beckwith, Martha W. ed., Kepelino's traditions of Hawaii, Bernice P. Bishop Museum Bulletin 95, (1932).
- (8) Beckwith, Martha W., The Hawaiian romance of Laieikawai, U.S. Bureau of American Ethnology, Thirty-third annual report, Washington D.C. (1911-1912), p285-677.
- (9) Hawaiian laws 1841-1842, rerinted by Ted Adameck, (1994).
- (10) Mookini, Esther T., O na holoholona wawae eha o Ka Lama Hawaii, Honolulu: Bamboo Ridge Press, (1985).

The Instrumental in Mongolian

Kunihiko HASHIMOTO*

(Received 7 May 2002, Accepted 30 August 2002)

The purpose of this article is to construct a systematic network after reclassifying multiple senses of the instrumental and detecting their linkage motivations from the cognitive perspective. In that case, taking into consideration the results of many cognitive linguistic studies, we will explicate the whole picture of the senses.

Keywords: Instrumental, Semantic Network, Extension, Motivation

1 INTRODUCTION

The instrumental in Mongolian (the Khalkha dialect) is formed with the instrumental suffix *-aar* being added to a noun stem. ⁽¹⁾

- (1) a. *am* 'mouth' + *-aar* → *am-aar* 'with the mouth'
 b. *mod* 'wood' + *-oor* → *mod-oor* 'with wood'

Most of the previous studies have mentioned multiple senses for the instrumental. For example, Street(1962:218-219) differentiates the following eleven senses and explains their usage in sentences: <Means/Instrument>; <Material>; <Agent>; <Accord>; <Vague Local>; <Status/State>; <Respect>; <Time>; <Manner>; <Distributive>; <Purpose/Fitness>.

His classification and explanation, however, have serious defects in two respects.

First, there are some examples that don't necessarily represent the senses assigned to

them. Rather, it seems to be more appropriate for them to join another sense item. As an illustration, consider the sentences which Street(1962:218) classifies as <Means/Instrument>: ⁽²⁾

- (2) a. *Ter shoj-g-oor bich-ne.* ⁽³⁾
 he chalk-EP-INS write-PRS
 'He' ll write with chalk.'
 b. *Chi yamar zam-aar yav-a-v?* ⁽⁴⁾
 you what road-INS go-EP-PST
 'By what road did you go?'
 c. *tanaj tuslamzh-aar*
 your help-INS
 'thanks to your help'

While (2a) certainly belongs to <Means/Instrumental>, (2b) and (2c) enter into <Path for Motion> and <Reason>, respectively.

Second, Street(1962) just enumerates multiple senses of the instrumental, but fails to mention their relationships among one another. Why are there so many senses in a single form called 'instrumental'? Should we understand the senses as being polysemous? Or

* Common Subject Division

can we find out factors linking them to a semantic network?

In fact, other famous works besides Street (1962), Vietze(1978:65), Poppe(1951:64-65), Luvsanzhav et al.(1976:65, 83, 157, 189, 205, 213), Khükhbaatar(1993:92), Kas' yanenko (1968:28), Sanzheyev(1973:79) and Ozawa(1986: 59), all have the same defects in them, too.

The purpose of this article is to construct a systematic semantic network after reclassifying the multiple senses of the instrumental and detecting their linkage motivations from a cognitive perspective. The number of cognitive linguistic studies, which investigate forms and meanings in natural languages in terms of human cognition, has recently increased rapidly (e.g. Lakoff and Johnson 1980, Lakoff 1987, Langacker 1987, 1991, Taylor 1989, Croft 1991, Ungerer and Schmid 1996). Taking into consideration their results, we will explicate the whole picture of the instrumental senses in Mongolian, using conceptual devices like IMAGE SCHEMA, METAPHOR, TRAJECTOR, LANDMARK, SOURCE, PATH and GOAL.

The discussion will proceed as follows. Section 2 deals with six senses of <Means> and, as a result of its extension, the instrumental in the causative/the passive and six senses of <Abstract Accompaniment>/<Attribution>. Section 3 accounts for <Region of Motion> which consists of <Spatial Region of Motion> and <Temporal Region of Motion>. In the conclusion of section 4 it is indicated that all the senses discovered in sections 2 and 3 construct the only semantic network, each part being linked with one another under the support of cognitive motivations.

2. <MEANS>

This is a basic meaning representative of the instrumental. Most of the preceding research counts <Tool>, <Means of Transport> and <Material> as senses of the instrumental.⁽⁵⁾ Since, according to Vietze(1978:65), the instrumental is a grammatical marker of an

instrument or object with which one does an act, the three senses are all subsumed under the label <Means>.

In section 2.1 we will divide <Means> into six sub-meanings, which are examined one by one observing as many data as possible. In sections 2.2-2.4 we want to dig up processes in which <Means> acquires other new senses through its extension.

2.1. Six Senses Subsumed under <Means>

2.1.1. <Tool>

- (3) a. *Xuuxd-üüd öng-ijn xarandaa-g-aar*
child-GRP color-G pencil-EP-INS
navch, tsetseg zur-laa.
leaf flower draw-PST
'The children drew leaves and flowers
with color pencils.'
b. *Ter xögzhimchin morin xuur-aar*
that musician horse-headed fiddle-
sajxan dar-dag
INS well press down-HBT
'That musician plays the horse-headed
fiddle well.'

In (3a) the instrumental suffix is attached to *öng-ijn xarandaa*, a tool with which one draws a picture. In (3b) it is on *morin xuur*, an instrument with which one plays music.

2.1.2. <Material>

<Material> is a kind of <Means> because it refers to substances used to make something. Compared with the fact that every other means stays external, the <Material> is an internal/self-contained instrument in that it integrates itself into a produced thing.

- (4) a. *Ene bajshing chuluu-g-aar bari-san*
this building stone-EP-INS build-PF
bololtoj.
appear
'This building seems to be made out of
stones.'
b. *Bi üs-ee xar-aar bud-uul-a-x*
I hair-RFL black-INS dye-CST-EP-NPS

ge-sen yum.

wish-PF ASR

'I really want to dye my hair black.'

The stones in (4a) are material for constructing a building and at the same time become parts of the building. The black dye in (4b) is not only an instrument for changing the color of one's hair but also part of the hair to which it is attached. The instrumental is described as internally / self-containedly accompanying the process of activities.

2.1.3. <Means of Transport>

<Means of Transport> is an instrument for motion.

- (5) a. *Bat Darxan xot ruu galt terg-eer*
Bat Darkhan city toward train-INS
yav-laa.
go-PST
'Bat went to Darkhan by train.'
- b. *Ter xoyor xalchin xödöön-ös*
that two shepherd countryside-ABL
mori-oor ir-zhee.
horse-INS come-PST
'Those two shepherds came from the countryside on horseback.'

The action of motion is performed in the form of being included in the means of transport.

2.1.4. <Medium>

Broadcasting, correspondence and language, as a medium carrying some information, can join the means circle.

- (6) a. *Bi chamtaj uts-aar yari-laa.*
I you:CMT telephone-INS speak-PST
'I spoke to you on the telephone.'
- b. *Önödör undes-nij sport-iyin*
today tradition-G sports-G
temtsee-nij bol-sn-iyg televiz-eer
competition-G be held-ACC TV-INS
nevtүүл-zhee.
broadcast-PST

'They broadcast on TV the news that the traditional sports competition was held today.'

The telephone in (6a) and the television in (6b), as media of communication, are embodied in the instrumental NPs. In (6a, b) it is not the instrumentality of the NPs but their functions that are focused on.

2.1.5. <Mental Activity>

An increasing degree of abstractiveness of the instrumentality allows mental activity instead of physical objects to be understood as a means for something.

- (7) a. *Erdm-ijg oroldlogo charmajlt-aar*
knowledge-ACC endeavor effort-INS
sur-dag.
study-HBT
'(We) always acquire knowledge with much effort.'
- b. *Ene azhl-iyg xün xün öör-ijn*
this work-ACC each person self-G
sanal-aar xij-zh bol-no.
thought-INS do-CNC can-PRS
'(You) can do this work in your own way.'

Both the effort and the thought in (7a, b) certainly are not physical objects with definite outlines, but give us image schemata in which we accomplish something using non-physical instruments metaphorically. That is why they belong to the metaphorical extensional usage of the instrumental.

2.1.6. <Modifier>

The instrumental suffixes may adhere to various syntactic constituents, including nouns, adjectives, adverbs and verbs, and may modify predicate verbs in the same way as adverbials.

- (8) a. *Mitya önödör dur-aar-aa*
Mitya today desire-INS-RFL

zugaal-laa.

amuse oneself-PST

'Mitya amused himself today as he pleased.'

b. *Bi odor bolgon gants-aar-aa radio*

I every day alone-INS-RFL radio

sons-o-zh baj-san.

listen to-EP-CNC be-PF

'I was listening to the radio alone every day.'

The suffixes are added to the noun in (8a) and to the adjective/ adverb in (8b). The instrumentals function as adverbials in the sentences and qualify the contents of the predicate verbs.

A close observation of the modifier use reveals that the instrumental constituents have meanings equivalent to those of manner adverbs. If the adverbial modification is reduced to the function representing manners of predicate meanings, it is compatible with <Mental Activity>, one of the senses of <Means>.

2.2. Extension of <Means>: The Instrumental in the Causative and the Passive

The grammaticalization of various implications to the notion of <Means> may trigger the extension of new senses. Let us consider the process, observing instrumental forms in the causative and the passive.

2.2.1. Causee: Extension from <Means> to <Actor>

Two actors appear in the causative. One is called causer because it causes someone/ something to accomplish something. The other is named causee because it accomplishes something affected by CAUSE being emitted from the causer.

The causative in Mongolian is morphological in that it is formed by inserting the causative suffixes, *-uul/-üül*, *-ga/-ge/-go/-gö*, *-lga/-lge/-lgo/-lgö*, between a verb stem and a tense/aspect suffix. The causer always takes the nominative case, while the causee has five

different forms, including the accusative case, the zero case, the dative-locative case, the instrumental case and the suspension. About each of them we won't go further into detail. In what follows we will confine the topic to the instrumental causee.

The instrumental causee is divided into the indirect causee in which CAUSE is just added to <Means> and the direct causee in which CAUSE makes it <Actor>.

First of all, let us look at the data of the indirect cause.

(9) *Bi radio-g-oor angli xel zaa-lga-san.*

I radio-EP-INS English teach-CST-PF

'I studied English on the radio. lit. I caused the radio to teach me English.'

In (9) *bi* is a direct actor of *angli xel zaa-lga-*. The cause *radio-g-oor* doesn't do anything by itself, but simply participates in the action indirectly as an accompanying means receiving CAUSE from the causer. The causer interacts with both CAUSE and ACT. CAUSEE, from the point of view of the cause, is the kind of stimulant that initiates the role of <Means>. The cause takes part in ACT indirectly going with the causer.

The sentence in (10), in contrast, presents the case of a direct causer.

(10) *Bagsh nadaar sonin unsh-uul-laa.*

teacher me:INS newspaper read-CST-PST

'The teacher made me read a newspaper.'

The causee in (10) is the instrumental NP *nadaar*. It, unlike that in (9), directly carry out the act expressed by the predicate VP as soon as it experiences CAUSE from the causer. In other words, the causee takes on the status of a direct actor. The causer, on the other hand, merely has the responsibility of igniting the fuse of the causee's action. Here we observe a clear division between CAUSE and Act. The causer is the instigative agent of ACT and the causee is affected by this so that he/she can

perform the ACT. In (10) there occurs a split between CAUSE and ACT. The causer literally becomes a sender of CAUSE. It is the causee that promotes itself from <Means> to <Actor> and performs the ACT.

(9) and (10), taken together, show how the instrumental varies between <Means: accompaniment> and <Means: causee>, namely, <Actor>. The causative has the potential for varying between <Means> and <Actor> with respect to the causee and its accompanying semantic extension of the instrumental.

2.2.2. The Instrumental in Relation to the Passive: Extension from <Means> to <Cause/Reason>

The instrumental also appears in passive sentences. Its meaning is sub-divided into <Means> and <Cause/Reason>. The Mongolian passive has little agentive meaning, thereby differing from *by NP* in the English passive. Its force is rather close to the meaning of the *with NP*.

The first to consider is the case of <Means>.

- (11) *Xentij-n nuruu bol oj mod-oor*
 Hentij-G mountain range TOP forest-INS
xuchi-gd-dag.
 cover-PSV-HBT
 'The Hentij Mountain Range is covered with woods.'

The instrumental NP in the sentence seems to quite equal in meaning to <Means> as described in section 2.1. The instrumental in (11) is considered as <Material: accompaniment>, a self-contained type of the <Means>, in which *oj mod* integrates itself into part of the mountain. What distinguishes the passive instrumental from the <Means> instrumental? This is only part of the answer: the way that the speaker construes the entire situation in which each case completes the picture. In the passive of the (11) type the instrumental NP is indispensable for accomplishing a picture that the sentence depicts: the picture, as a whole,

cannot become complete without any help from the instrumental NP. On the other hand, the <Means> instrumental NPs simply supply some additional information to pictures which the sentences describe because they aren't necessarily obligatory constituents. It is supported by the fact that deletion of the instrumental NP gives rise to difference in grammaticality.

- (12) **Xentij-n nuruu bol xuchi-gd-dag.*
 'The Hentii Mountain Range is covered.'
 (13) a. *Xüüxd-üüd öng-ijn xarandaa-g-aar*
navch, tsetseg zur-laa.
 'The children drew leaves and flowers with color pencils.'
 b. *Xüüxd-üüd navch, tsetseg zur-laa.*
 'The children drew leaves and flowers.'

The sentence in (12) that omits the instrumental NP from that in (11) is judged to be ungrammatical. In contrast to that, (13b) that drops the instrumental NP from (13a) is a full-fledged grammatical sentence.

The above-mentioned observation leads us to the conclusion that the characteristics of the passive instrumental are based on semantics as well as syntax. The syntactic characteristic is that the instrumental stands as an argument which a passive verb requires obligatorily. The semantic characteristic is that the instrumental constituents as an obligatory accompaniment entity an integral part of a situation which a passive sentence represents. The entire situation has a stative scene depending heavily on the instrumental NP. By contrast, the <Means> instrumental, which can accompany an action or a process, enjoys the freedom to keep independent relatively of the action or the process. Let's call the semantic property of the passive instrumental obligatory accompaniment and that of the <Means> instrumental, optional accompaniment, respectively. The former is characteristic of state predicates, whereas the latter is typical

of action, process or change of state ones.

The second type of the passive instrumental designates <Cause/Reason>.

- (14) *Paulos Burxan-iy zorilg-oor uri-gd-*
 Paul God-G purpose-INS call-PSV-
a-v.
 EP-PST
 'Paul was called because of God' s
 purpose.'

In this sense the instrumental NP, as seen in (15), is neither an argument nor an obligatory accompaniment entity.

- (15) *Paulos uri-gd-a-v.*
 'Paul was called.'

The <Causative/Reason> makes *God' s purpose* a motivation for the calling.

2.3. Another Extension of <Means>: <Abstract Accompaniment> ⁽⁸⁾

The senses taken up in sections 2.1 and 2.2 are all related to the physical level of cognition, so that they refer to events which develop on the time axis. On the other hand, there are several senses in the instrumental that are relevant to the abstract level of cognition. They are produced by extending <Means> from the physical level to the abstract one. They have nothing to do with time, but inherit the core semantic feature [accompaniment] from the <Means> senses. In what follows, we analyze three abstract senses of <Means>: <Accordance>; <Status>; <Addition>.

2.3.1. <Accordance>

The only person who treats this usage as an independent one is Street(1962: 218). He names it 'accord'. It can be translated as 'according to; following' in English.

- (16) a. *Darg-iyin xel-sen yos-oor ene*
 chairperson-G say-PF rule-INS this
xural-d bi orolts-o-x-oor

meeting-D/L I take part in-EP-NPS-
bol-loo.

INS become-PST

'According to what the chairperson said,
 I was to take part in the meeting.'

- b. *Daraax' ögüül-ijg unsh-aad*
 the following story-ACC read-SPR
ögüüber-ijg zorilg-oor n' angil-
 sentence-ACC purpose-INS 3P classify-
aaraj.

OPT

'Let' s read the following story and
 classify the sentences according to
 their purposes.'

yos-oor in (16a) is recognized as an idiom, although (16b) reveals that the instrumental has the meaning <Accordance> by nature. Unfortunately, Street(1962) doesn' t explain why the instrumental is used with that meaning. However, the reason can be easily explicated in terms of the cognitive perspective. The <Accordance> gives us an image showing the way a source entity aims at dovetailing with a unique goal entity.

2.3.2. <Status>

This sense corresponds to 'as an NP' in English.

- (17) a. *Minij xüü "Govi-ijn xögzhil"*
 my son govi-G development
negdel-d maliyn emch-eer
 cooperative-D/L veterinarian-INS
azhill-a-zh baj-g-aa yum.
 work-EP-CNC be-EP-IMPF ASR
 'My son works as a veterinarian at
 the Govi Development cooperative.'
 b. *Ter mongol xel-n-ij bagsh-*
 he Mongolian language-n-G teacher-
aar arvan zhil azhill-a-v.
 INS ten year work-EP-PST
 'He worked as a Mongolian teacher
 for ten years.' (Street 1962:218)

The <Status> sense is thought of as a stative

link between a given social role and the one who habitually carries out that role. His/ Her social role, highlighted as a reference point, keeps the same state for a certain period. The particular nature of the status relation is expressed by the nominal root to which the instrumental attaches.

2.3.3. <Addition>

Few previous works on Mongolian have considered the notion <Addition> in the context of the instrumental. The reason is that the whole word sequence of which the instrumental is a constituent member tends to be taken as having one meaning. Nevertheless, there are very good grounds for attributing analyzability to the overall construction. For one, the word sequence representing <Addition> reflects two patterns as follows:

- (18) a. SUBSTANTIVE-*aar* + *baraxgūj*
 b. SUBSTANTIVE-*aar* + *ul baram*

The productivity of these patterns is shown by the fact that the substantive itself covers all the word categories to which case suffixes are able to attach, including nouns, adjectives and noun-type verbs (adjective verbs).⁽⁹⁾ In addition, the <Addition> version of the instrumental ties the same entity (i.e. an actor, an event, a state) to two landmarks. The first of them is the substantive marked with the instrumental, and the second is the substantive of the *also* clause. The word sequences in (18a, b) are glossed as 'not only, but also; as well as' in English. The pattern in (18a) is illustrated as (19).

- (19) *Bi ūlñijg angī-ijn-x-aa darg-aar*
 I this:ACC class-G-x-RFL chief-INS
baraxgūj bagsh-i-d ch xel-lee.
 not only teacher-EP-D/L also say-PST
 'I talked about this not only to the
 class leader but also to the teacher.'

The pattern in (18b) is illustrated by the

example in (20).

- (20) *Noos-iyg gadaadad garg-a-zh mashin*
 wool-ACC export-CNC machine
texnik-eer ul baram бүхэл
 equipment-INS not only complete
ūjldver ch xudald-a-n av-ch bol-no.
 factory also buy-EP-CNC take-CNCcan-PRS
 'By exporting the wool, (we) can buy not
 only machine equipment but also a complete
 factory.'

Why does the instrumental take part in word sequences representing <Addition>? To begin with, we need to examine the original meanings of *baraxgūj* and *ul baram* following the instrumental.

The word *baraxgūj* is a negative non-past form of the verb *bar-* 'to finish; exhaust', which means 'unfinished; inexhaustible'.

- (21) *id-e-zh bar-a-x*⁽¹⁰⁾
 eat-EP-CNC finish-EP-NPS
 'eat up (lit. finish eating)'
 (Lessing et al. 1960)

In the inseparable sequence *ul baram* the word *ul* is a negative particle preceding verbs and often builds idiomatic adjectival phrases.

- (22) *ul бүт-e-x*
 NEG be possible-EP-NPS
 'impossible' (Lessing et al. 1960)

What *baram* means independently is unclear, although Lessing et al. (1960: 1006) gloss the entry of *ul baram* as 'not restricted or confined' as well as 'not only, but also'. The former meaning suggests the meaning of 'restricted area' for *baram* itself.

2.4. Extension of <Abstract Accompaniment>: <Attribution>

Further development of the <Abstract Accompaniment> sense results in the new basic sense <Attribution>, which is motivated by the inter-

nalization of the semantic property [accompaniment] into the instrumental landmark. The <Attribution> consists of <Object Attribution> <Distribution> and <Reason>. Following this order, we will discuss each of their detailed descriptions below.

2.4.1. <Object Attribution>

Mongolian has a sentence construction predicating whether the number or quantity of some object(s) is many/much or few/little. The construction requires an instrumental form for the object(s) in question. Its schematic structure is represented in (23).

- (23) Nominative NP + Instrumental NP +
 [Topic] [Object]
 Adjective
 [Attributive]

The adjective that can occupy the position of a predicate include the following: *ix* 'many' ; *bayan* 'rich' ; *elbeg* 'abundant' ; *düüren* 'full' ; *tsöön* 'few' ; *xovor* 'rare' .

- (24) a. *Ene uul an am' tn-aar*
 this mountain game animal-INS
 elbeg.
 abundant
 'This mountain is abundant in game animals.'
 b. *Ene xöndnijn belcher n' us-aar*
 this wide-open pasture 3P water-INS
 xovor.
 rare
 'In this wide-open pasture the water is rare.'

The abundance/rarity of the number/quantity denoted by the predicate adjectives in (24a, b) is all attributed to the instrumental. This can be construed as an extension of the <Abstract Accompaniment> sense of the instrumental as argued for in section 2.3.

2.4.2. <Distribution>

The quantifiers *bügd* and *tsöm*, which both signify 'all' in English, often appear with the instrumental, and are necessarily followed by the reflexive-possessive suffixes. With the use of the instrumental, the reflexive form of these quantifiers means 'all together'. This is a related usage of the accompaniment sense of the instrumental.

- (25) a. *Manaj angi-ijn-xan bügd-eer-ee neg*
 our class-G-POSS all-INS-RFL one
 sajxan duur' üz-sen. ⁽¹¹⁾
 good opera see-PF
 'Our classmates all saw a good opera.'
 b. *Tsöm-öör-öö l sajn baj-na.*
 all-INS-RFL just fine be-PRS
 'All (of us) are just fine.'

Why does the quantifier modifying a subject take the instrumental? The answer seems to be associated with the fact that the cardinal numerals bearing the instrumental suffixes designate distribution in Mongolian.

- (26) *Bi ene devtr-ijg tav tav-aar*
 I this notebook-ACC five five-INS
 n' boo-loo.
 3P bind-PST
 'I bound these notebooks in every fifth one.'

The distributive numeral implies that some members extracted from a given set are grouped together and then are distributed according to the fixed number. It is not until the point when the group members are added up to involve all the members of the set that they reach the point of 'all'. In other words, 'all' is just a special case of the distributive numerals.

The instrumental distributive numerals suggest that the number of every group of members is distributed equally, whereas the instrumental 'all' -type quantifiers signify that all the members are distributed in a lump sum. The distribution of set members can be conceptualized as the association of the meaning

of a numeral or quantifier with the meaning of the distributed topic of the sentence. This is also handled as the independently attested sense of abstract accompaniment adequately.

2.4.3. <Reason>

The attachment of the instrumental suffixes to *bol-o-x*, a non-past form of the verb *bol-* 'to become; to occur', gives rise to a reason conjunction. Since the conjunction *bol-x-oor* 'because' is a frozen form, it has no varieties such as a perfective form **bol-sn-oor*.

- (27) *Bat ene nom-iyg olon unsh-san bol-o-x-oor nadaas ilüü med-e-zh*
 Bat this book-ACC many read-PF become-EP-oor
 NPS-INS me:ABL more than know-EP-CNC
baj-na.
 be-PRS
 'Because Bat has read this book many times, (he) understands it more than me.'

The stem *bol-* of *bol-o-x-oor* originally means 'to change from one state to another state', which implies that the state after change is specified but the state before the change is kept unspecified. With the conjunction taking over this original meaning, the reason clause as a whole represents the state after the change, i.e. the realization of an event whose ground is given in the reason clause.

3. <REGION OF MOTION>

We now turn to another set of links in the various parts of extension that result in a complex network of semantic relations from the prototypical instrumental. The first link relates to the domain that we call <Spatial Region of Motion>. The second, as its extensional usage, relates to <Temporal Region of Motion>, which itself produces two more links, <Near Future> and <Purpose>.

3.1. <Spatial Region of Motion>

This always requires three cognitive

concepts : SOURCE, PATH and GOAL. The prototypical spatial motion contains all the concepts exhaustively: it finishes at the moment when an object starts from SOURCE, moves along PATH and arrives at GOAL. However, not all of the concepts work together on any cognitive scene. In order to confirm that, consider instrumental forms representing the <Spatial Region of Motion> in terms of SOURCE, PATH and GOAL.

3.1.1. <Path-focalized Motion>

The instrumental embodies a path for change of location.

- (28) a. *Oj-d baj-g-aa zam-aar neg*
 forest-D/L be-EP-IMPF road-INS one
mor' -toj xün yav-zh baj-na.
 horse-CMT person go-CNC be-PRS
 'A man mounted on a horse is going forward on the road in the forest.'
 b. *Manaj ger-ijn xazhuu-g-aar eregtej*
 our house-G near-INS male
emegtej xoyor xüüxed öngör-löö.
 female both child pass by-PST
 'Both a boy and a girl passed by our house.'

The road on which the man with the horse moves in (28a) and the space in which the boy and the girl go from one place to another in (28b) show up in the instrumental forms, respectively.

The moving object may refer to purely subjective motion, like mental tracing, as given in (29).

- (29) a. *Galt tereg-nij tsonx-oor olon*
 train-G window-INS many
mal xar-a-gd-laa.
 cattle see-EP-PSV-PST
 'Many cattle were seen through the train's window.'
 b. *Töv ajmag xür-e-x zam*
 töv province get to-EP-NPS road
Bogt uul-iyin baruu-g-aar öngör-dög.
 Bogt mountain-G west-INS pass-HBT

'The road leading to Töv Province goes
to along the west side of Mt. Bogt.'

What moves in (29a) is only the eyes tracing along the instrumental NP, whereas in (29b) we have the whole of the path laid out conceptually against a background, reflecting the cognitive process of summary scanning (Langacker 1987, Matsumoto 1996).

3.1.2. <Location of Motion>

The interpretation of the paths presented in the preceding section results from conceiving a location of motion to be a straight line. Extending the conceptualization to two-dimensional space, the location of motion can be designated as a plane surface. In that case, the instrumental describes a place where an action is carried out, as indicated in (30a, b).

- (30) a. *Nadtaĵ tsug gar-san nōxöd,*
us:CMT together go out-PF friend:PL
tsöm l oj tajg-aar tar-laa.
all just forest taiga-INS disperse-
PST

'All the friends who went out together
with us dispersed in the taiga forest.'

- b. *1925 on-iy xavar nert erdemten*
year-G spring famous scholar
Vladimirtsov Mongol-d ir-zh
Vladimirtsov Mongolia-D/L come-CNC
Xentij-n uuls-aar olon xonog
Hentii-G mountain-INS many stay
ayal-zhee.
travel-PST

'In the spring of 1925 Vladimirtsov, a
famous scholar, came to Mongolia and
spent many days traveling across the
Hentii Mountains.'

3.1.3. <Goal-focalized Motion>

Focusing on GOAL of motion makes an instrumental NP represent a destination which a moving object is heading for.

- (31) a. *Ter önöödör xot-oor yav-zh yum*

he today city-INS go-CNC thing
Üz-e-x ge-zh baj-na.

see-EP-NPS say-CNC be-PRS

'He' s going to the city for sight-
seeing today.'

- b. *Bi önöödör delgüür-eer yav-aad ene*
I today shop-INS go-SPR this
nom-iyg ol-son.
book-ACC find-PF
'I went to the shop and found this
book today.'

The instrumental NPs in (31a, b) explicitly refer to their reaching destinations.

3.2. Metaphorical Extension of <Spatial Region of Motion>

Many studies, such as Lakoff and Johnson (1987), Payne (1991), Svorou (1993), Traugott (1985) and Yamanashi (1995), have indicated that spatial morphemes can metaphorically extend their usage to the domain of time. This is because time is conceptualized as a region projected by the perceivable reaches of space. The extension from concrete entities to abstract ones is a natural process of human cognition. In our case, we observe two patterns based on the extension of spatial usages to temporal ones. These can be characterized as <Path-focalized> usages and <Goal-focalized> usages.

3.2.1. <Path-focalized> Type: <Time Period>

If PATH is projected from the spatial region to the temporal region, the instrumental is conventionally construed as designation of the time period during which an action is performed.

- (32) *Bi negdügeer ulirl-aar sajn düü-tej*
I the first semester-INS good result-CMT
sur-san.
study-PF
'I studied through the first semester to
get good results.'

As seen from (32), temporal nouns and noun phrases are marked with the instrumental and function to localize the event of clauses within a specific time period. The instrumental NP in (32), accordingly, imply a certain span of time.

3.2.2. <Goal-oriented> type: <Temporal Reference Point>

If the speaker's attention is focused on the endpoint of the conceived time period, the instrumental specifies the <Temporal Reference Point> sense at which an event occurs. It is parallel to the goal-focalized spatial motion explained in section 3.1.3. Its meaning, in contrast to that of the instrumental in (32), implies no span of time at all.

- (33) *Xavr-iyin shalgalt 5 dugaar sar-iyin*
 spring-G examination the fifth month-G
xori-d-oor exel-ne.
 twenty-D/L-INS begin-PRS
 'The spring exam begins on the 20th of May.'

3.2.3. Extension of <Temporal Region of Motion>: <Near Future>

As we discussed in sections 3.2.1 and 3.2.2, the metaphorical extension of the Mongolian instrumental to the temporal domain reflects two construals of the instrumental, <Path-focalization> and <Goal-focalization>, respectively, and the <Temporal Region of Motion> including these usages yields the sense of <Near Future> in the cognitively motivated way called goal-orientation.

The instrumental <Near Future> expression has the following two structures. ⁽¹²⁾

- (34) a. Verb stem-x-Instrumental + *zavd-a-zh*
baj-
 b. Verb stem-x-Instrumental + *bol-*

What is common to both (34a) and (34b) is that the instrumental suffix adheres to a nonpast verb. After the instrumental, the connective form of *zavd-* 'to be about to do something' is

followed by the auxiliary *baj-* in (34a). In (34b) the instrumental precedes *bol-* 'to become'. For the sake of convenience, let us call (34a) *baj*-type construction and, (34b), *bol*-type construction.

There is a subtle difference in meaning between the *baj*-type construction and the *bol*-type construction.

- (35) *Namajg ger-ees-ee gar-a-x-aar*
 me:ACC house-ABL-RFL go out-EP-NPS-INS
zavd-a-zh baj-tal düü
 be about to-EP-CNC be-TML younger
maan' ir-e-v.
 brother 1pl:P come-EP-PST
 'When I was about to leave my house, my younger brother came in.'
- (36) *Bi önödör malchid-taj uulz-a-x-aar*
 I today shepherd:PL-CMT meet-EP-NPS-
bol-loo.
 INS become-PST
 'I was to meet the shepherds today.'

The *baj*-type sentence in (35) exhibits the image schema in which the agent has already gotten ready to carry out an action at the conceptual point of temporal reference where a second event occurred. From that point of view, it is a progressive future sentence directly connecting with the speech time.

The *bol*-type sentence in (36) indicates that the agent arrives at the position where he/she proposes to carry out some action. The action itself certainly is in the domain of a future time because it is not realized yet, but necessary conditions for its realization have been prepared perfectly. That makes the *bol*-type construction a perfective future sentence.

The question is why the instrumental can designate <Near Future>. The reason is that <Near Future> instrumental establishes as a temporal goal the complete realization of an action within a future time domain and then draws the path of time up to the goal. The <Near Future> instrumental reflects the path of time

making an orientation towards the goal linguistically.

3.2.4. Another Extension of <Temporal Region of Motion>: <Purpose>

The instrumental refers to the purpose of an action. It has two variants, from the grammatical point of view. In the first, the instrumental suffix is added to a noun, in the second, it is appended to a nonpast verb. (37a) is an example of the former, but (37b) is one of the latter.

- (37) a. *Manaj surguuli-ijn oyutn-uud zhil*
 our school-G student-PL year
bür gov' nutg-aa uszhuul-a-x
 every govt region-RFL irrigate-EP-NPS
azhl-aar yav-dag.
 work-INS go-HBT
 'The students of our school go for the
 work of irrigating the govt region
 every year.'
- b. *Ter oyutn nom unsh-i-x-aar*
 that student book read-EP-NPS-INS
nomiyn san-d och-zhee.
 library-D/L go-PST
 'That student went to the library in
 order to read a book.'

In purpose clauses, an action specified by an NP or a VP in the instrumental is a goal to head for. If the point in time when the action of a main verb occurs is set up as a temporal reference point, the action as a purposive target has yet to be accomplished.

4. CONCLUSION

It is insufficient to recognize that multiple senses of the Mongolian instrumental are just considered as polysemous, individually assigned to entries in the lexicon. Rather, they constitute a unified semantic network using linkage entities motivated by cognitive concepts such as image schemata and metaphors. The senses of the instrumental are classified

into the <Means> group and the <Region of Motion> group. The senses subsumed under each group are joined to one another by cognitive strategies and form a semantic network.

What associates the <Means> group with the <Region of Motion> group? Putting it into other words, what is common to the <Means> that refers to an instrument variously utilized in doing an act and the <Region of Motion> that denotes a source, a path, a goal and a spatial region including them?

One of the core semantic properties of <Means> is [accompaniment]. The landmark that plays a <Means> role, accompanying the trajector as an agent very closely, takes part in the whole or part of the process of an action. On the other hand, the central semantic property of the <Region of Motion> is [encompassiveness]. The trajector goes out of the landmark as a region, goes forward along it, goes into it or stays in it. The <Region of Motion> provides a scene where an action is carried out.

It seems that a connecting thread between [accompaniment] and [encompassiveness] is found in an image schema representing capacity enlargement. In order to be accompanied by the landmark, the trajector is either smaller than, equal to, or a bit larger than it. As the landmark gets large up to the maximum point, it finally wraps up the trajector. The senses belonging to the <Means> group join with those belonging to the <Region of Motion> group by picturing the image schema of the landmark capacity enlargement.

The multiple senses of the instrumental constructs a single unified semantic network in which they are linked to one another by cognitive motivations. The reason why every native speaker is able to select and use a proper sense according to a context without any confusion is that he/she has the semantic network in his/her mind. Since the network is a natural linkage system between senses based on cognitive functions, it is easy to shift from a basic prototypical sense to a marginal non-

prototypical one.

NOTES

* I would like to thank Arie Verhagen (Leiden University) and his two colleagues for their invaluable comments. I am also grateful to two anonymous referees for giving me helpful suggestions. My thanks, finally, go to Richard Goodall, who patiently checked my English. Errors and omissions are solely my own.

(1) Mongolian has a morphophonological rule called a vowel harmony. The instrumental, according to its stem-final vowels, takes four alternating suffixes, *-aar/-eer/-oor/-öör*. In this paper *-aar* is presented as a representative form.

(2) The following abbreviations are used in the interlinear glosses: ABL:Ablative, ACC: Accusative, ASR:Assertive, CMT:Comitative, CNC: Connective, CST: Causative, D/L: Dative-locative, DSR: Desirative, G:Genitive, GRP:Group Marker, HBT:Habitual, IMPF:Imperfective, INS: Instrumental, NEG: Negative Particle, NPS: Nonpast, OPT:Optative, PF:Perfective, POSS: Possessive, PRS:Present, PST: Past, PSV: Passive, RFL: Reflexive-possessive, SPR: Separative, TML: Terminative, TOP: Topic Marker, 1sg: First Person Singular, 1pl: First Person Plural, 1pl.P:First Person Plural Possessive Particle, 3P:Third Person Possessive Particle

(3) The consonant *-g* is inserted between a noun stem and a suffix when the stem ends with a long vowel or diphthong.

(4) The sentence is translated as 'By what road did you come?' in Street (1962: 218). But it is modified as (2b) because the verb *yav-* primarily means 'to go'.

(5) For example, Poppe (1951: 64) mentions the following three senses for the instrumental: i. Representation of an instrument ii. Representation of a means of motion iii. Representation of a material

(6) Refer to Hashimoto (1988) for a full description and explanation of Mongolian causees.

(7) If the instrumental NP of (10a) is replaced by a person NP, it produces a direct causee:

i. *Bi zhinxene xün-eer angli xel*
I native person-INS English
zaa-lga-san.
teach-CST-PF

'I had a native person teach English.'

It is evident from the following interrogative sentence that the instrumental for the causee varies between an actor and an instrument:

ii. *Ta yamar arg-aar angli xel zaa-lga-v?*
you what method-INS English teach-CST-
PST

'By what method did you study English?'

Whether the causee behaves as an instrument-like entity or as an actor-like one depends on its semantic feature of [animacy]. The indirect causee tends to be an [-animate] NP holding its instrumentality. Refer to Kemmer and Verhagen (1994: 129, 151n. 23) and Cornelis (1997: 131) for further detailed explanations of the similarity between instruments and causees relating to animates and inanimates. I am grateful to Arie Verhagen for these two publications.

(8) One of Verhagen's colleagues called my attention to the importance of [accompaniment] which plays a key role in the extended usages of <Means>. I greatly appreciate his suggestion.

(9) The noun-type verb (adjective verb) consists of a verb plus an aspectual suffix, including the habitual *-dag*, the perfective *-san*, the imperfective *-aa*, and the nonpast *-x*. It is common to a noun and an adjective in that it can require case suffixes or modify nouns.

(10) The connective converbal suffix *-zh* functions as an aspectual connector followed by an auxiliary verb. For example, the combination form *-zh + baj-* expresses an ongoing action or an incomplete action.

(11) The combining form of the genitive and the possessive suffix *-xan* has the meaning of 'people or things that belong to'.

(12) Besides that, the following two sentence patterns are apparently added to the near future representation:

- i. a. Verb stem-x-Instrumental + *yav-zh* +
baj-
 b. Verb stem-x-Instrumental + *yav-a-x* +
bol-
- ii. a. *Odoo bi galt tereg-nij billet av-a-x*
 now I train-G ticket buy-EP
-aar yav-zh baj-na.
-NPS-INS go-CNC be-PRS
 'I am going to buy a train ticket now.'
- b. *Xoyor xüüxed zhims tūü-x-eer*
 two child berry collect-NPS-INS
yav-a-x bol-zhee.
go-EP-NPS become-PST
 'The two children were planning to go to
 collect berries.'

However, as seen in the above sentences, it is *yav-zh baj-* and *yav-a-x bol-* that carry the meaning of <Near Future>, whereas the instrumental verbs just express the meaning of <Purpose>.

REFERENCES

- Casad, Eugene H. (1992) "Cognition, History and Cora yee," *Cognitive Linguistics* 3, p151-186.
- (1993) " 'Path' , 'location' and the Cora Verb," In Geiger, Richard A., and Brygida Rudzka-Ostyn (eds.), *Conceptualization and Cognitive Processing in Natural Language*. Berlin and New York: Mouton de Gruyter, p593-645.
- Cornelis, Louise H. (1997) *Passive and Perspective*. Amsterdam and Atlanta: Rodopi.
- Croft, William. (1991) *Syntactic Categories and Grammatical Relations: The Cognitive Organization of Information*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Hashimoto, Kunihiko. (1988) "Hishiekisya: Mongorugo no Shiekikoobun no Kenkyuu (Causee: A Study of Mongolian Causative Constructions)" *Memoirs of the Muroran Institute of Technology* 38, p85-123.
- Kas' yanenko, Z. K. (1968) *Sovremenij Mongol' skij Yazh' k (Modern Mongolian Grammar)*. Leningrad: Izdatel' stovo Leningradskogo Universiteta.
- Kemmer, Suzanna, and Arie Verhagen. (1994) "The Grammar of Causatives and the Conceptual Structure of Events," *Cognitive Linguistics* 5, p115-156.
- Khükhübaatar. (1993) *Mongorugo Kihon Bumpoo (Basic Grammar in Mongolian)*. Tokyo: Taofooramu.
- Kullmann, Rita, and D. Tserenpil. (1996) *Mongolian Grammar*. Ulaanbaatar: Jenco Ltd.
- Lakoff, George. (1987) *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal about the Mind*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Lakoff, George, and Mark Johnson. (1980) *Metaphors We Live By*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Langacker, Ronald W. (1987) *Foundations of Cognitive Grammar*, Vol. I: *Theoretical Prerequisites*. Stanford: Stanford University Press.
- (1991) *Foundations of Cognitive Grammar*, Vol. II: *Descriptive Application*. Stanford: Stanford University Press.
- Lessing, Ferdinand D., et al. (1960) *Mongolian-English Dictionary*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Luv sanz hav, Choj, et al. (1976) *Mongol Xel Surax Bichig (Mongolian Grammar Handbook)*. Ulaanbaatar.
- Matsumoto, Yo. (1996) "Subjective Motion and English and Japanese Verbs," *Cognitive Linguistics* 7, p183-226.
- Ozawa, Shigeo. (1986) *Zoho Mongorugo Yon Shuukan (Four-Week-Course in Mongolian, revised and enlarged)*. Tokyo: Daigakushorin.
- Payne, Thomas E. (1991) "Medial Clauses and Interpropositional Relations in Panare," *Cognitive Linguistics* 2, p247-281.
- Poppe, Nicholas. (1951) *Khalkha-Mongolische Grammatik*. Wiesbaden: Steiner Verlag GMBH.
- Sanzheyev, G. D. (1973) *The Modern Mongolian Language*. Moscow: NAUKA Publishing House.
- Street, John C. (1962) *Khalkha Structure*. Bloomington: Indiana University Press.
- Svorou, Soteria. (1993) *The Grammar of Space*. Amsterdam: John Benjamins.
- Taylor, John R. (1989) *Linguistic Categorization:*

- Prototypes in Linguistic Theory*. Oxford: Clarendon Press.
- Traugott, Elizabeth Closs. (1985) " 'Conventional' and 'Dead' Metaphors Revisited," in Paprotté, Wolf, and René Dirven (eds.), *The Ubiquity of Metaphor*, Amsterdam: John Benjamins, p17-56.
- Ungerer, Friedrich, and Hans-Jörg Schmid. (1996) *An Introduction to Cognitive Linguistics*. London and New York: Longman.
- Vietze, Hans-Peter. (1978) *Lehrbuch der Mongolischen Sprache*. Leipzig: VEB Verlag Enzyklopädie.
- Yamanashi, Masa-aki. (1995) *Ninchi Bumpoo Ron (Cognitive Grammar Theory)*. Tokyo: Hitsujishoboo.

モンゴル語の具格形

橋本 邦彦*

概要

この論文の目的は、モンゴル語の具格形の複数の意味を再分類し、認知的な視点からそれらの意味の結びつきを動機付けているものを探求し、意味的なネットワークの存在を証明することにある。既存の認知言語学研究の成果を考慮しながら、イメージ・スキーマ、メタファー、トラジェクター、ランドマーク、ソース、パス、ゴールのような概念的な装置を用いて、具格形の意味の全体像を解明する。

キーワード：具格形、意味ネットワーク、拡張、動機付け

* 共通講座

フレキシブルビームの曲げ振動に及ぼす 内部と外部減衰の分離評価

齊当 建一*¹, 西田 公至*², 渡邊 久晃*³

Separate Estimation of External and Internal Damping Coefficients on Bending Vibration of Flexible Beams

Ken-ichi SAITO, Kohshi NISHIDA and Hisa-aki WATANABE

(原稿受付日 平成14年 5 月 7 日 論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

This paper deals with the estimation method of internal and external damping coefficients of flexible beams made of stainless steel and phosphor bronze. In the equation of motion of the beam, it is assumed that the internal damping force is proportional to the strain rate in bending vibration of the beam and that the external damping force is proportional to the velocity of bending displacement and the area of the surface rectangular to the velocity of the beam. The internal and external damping coefficients are calculated by use of the solution of the equation of motion for transverse free vibration of the beam in consideration of above two damping effects and the wave-form of damped vibration obtained experimentally. The approximation by the method of least squares is applied in order to determine precisely the envelope of damped vibration. As a result, the effectiveness of this method is confirmed.

Keywords : Flexible beam, Free vibration, Internal damping coefficient, External damping coefficient

1 緒 言

近年、産業界において振動対策が課題となっており、その中でも構造材自体の制振効果を高める研究が進められている。材料の制振特性を評価する方法は日本工業規格（以下 JIS）⁽¹⁾で規定されており、この規格では、両端支持梁及び片持ち梁の

曲げ振動に対する振動減衰特性の試験法を規定している。しかし、材料の減衰特性を評価する場合、試験片のみの減衰特性を評価しなければならないが、実際には空気等の外部流体による減衰も加わるため、材料自体の正確な評価が困難である。JIS では外部流体の影響については一切規定されておらず、振動減衰に及ぼす外部流体の制振効果がどの程度寄与しているのかを評価することが困難である。

例えば、宇宙環境では、外部流体が存在しないため、流体による減衰効果を期待することができない。従って、振動が発生した場合、地球上より

*¹ 機械システム工学科

*² 室蘭工業大学名誉教授

*³ 博士前期課程機械システム工学専攻2年

も持続時間が長くなる．そのような環境の中で活動するロボットアーム等は正確な位置決め制御が困難になり，作業に支障をきたす恐れがある．

そこで本研究では，片持ち梁を自由振動させ，振動波形より対数減衰率を算出し，材料固有の減衰（内部減衰）と外部流体による減衰（外部減衰）を分離して評価する方法を検討する．

2 理論解析

2.1 片持ち梁の曲げ振動の運動方程式

Fig.1 に長さ l の片持ち梁について，固定端から x の位置における微小要素の力の釣り合いを示す．ここで，幅 b ，厚さ h ，時刻 t ，縦弾性係数 E ，断面二次モーメント I ，断面積 A ，密度 ρ ，外部減衰係数 c_1 ，内部減衰係数 c_2 とする．振動は梁の長さ方向に直交な y 方向に発生し，曲げ剛性 EI は梁の任意の断面について一様であり，梁には外力が作用していないと仮定する．梁の曲げに対する弾性と内部減衰にはフォークトモデルを適用する⁽²⁾．ベルヌーイ・オイラーの仮定に基づき，外部・内部減衰を考慮した曲げ振動の運動方程式は以下のように導かれる．

$$\rho A \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + c_1 \frac{\partial y}{\partial t} + c_2 I \frac{\partial^5 y}{\partial t \partial x^4} + EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0 \quad (1)$$

ここで，境界条件は一端固定，他端自由の片持ち梁とし，初期条件は自由端において，時刻 $t=0$ で変位 $y=y_0$ ，速度 $\partial y / \partial t=0$ とする．このときの式 (1) の一般解は次式となる．

$$y(x, t) = 6y_0 \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\xi(x, \beta_i)}{(\beta_i l)^4} \frac{\sqrt{\omega_i^2 - \frac{c_1 c_2}{\rho A E} \omega_i^2}}{\sqrt{\omega_i^2 - \frac{1}{4} \left(\frac{c_1}{\rho A} + \frac{c_2}{E} \omega_i^2 \right)}} \times \exp(-\lambda_i t) \sin\left(\sqrt{\omega_i^2 - \lambda_i^2} t + \phi_i\right) \quad (2)$$

ここで，

$$\xi(x, \beta_i) = \frac{\zeta(x, \beta_i)}{\sinh \beta_i l \cdot \cos \beta_i l - \cosh \beta_i l \cdot \sin \beta_i l} \quad (3)$$

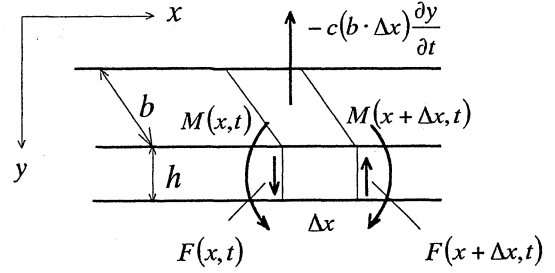


Fig.1 Forces acting on a beam element

$$\zeta(x, \beta_i) = (\cosh \beta_i l + \cos \beta_i l)(\sinh \beta_i x - \sin \beta_i x) - (\sinh \beta_i l + \sin \beta_i l)(\cosh \beta_i x - \cos \beta_i x) \quad (4)$$

$$\tan \phi_i = \frac{\sqrt{\omega_i^2 - \lambda_i^2}}{\frac{1}{2} \left(\frac{c_1}{\rho A} - \frac{c_2}{E} \omega_i^2 \right)} \quad (5)$$

$$\lambda_i = \frac{1}{2} \left(\frac{c_1}{\rho A} + \frac{c_2}{E} \omega_i^2 \right) \quad (6)$$

式(2)において ω_i は i 次の固有角振動数であり，

$$\omega_i = \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \beta_i^2 \quad (7)$$

ここで， β_i は片持ち梁の振動数方程式 (8) の根である式 (9) の $\beta_i l$ から得られる⁽³⁾．

$$1 + \cosh \beta_i l \cdot \cos \beta_i l = 0 \quad (8)$$

$$\beta_i l = 1.875, 4.694, 7.855, \dots \quad (i=1, 2, 3, \dots) \quad (9)$$

式 (2) の各次数における振幅を比較すれば 2 次の場合でも 1 次モードの振幅に比べ約 1/200 となるので 2 次以降のモードを無視し，1 次モードのみの式で近似すると次式を得る．

$$y(x, t) = Y_1 e^{-\lambda_1 t} \sin\left(\sqrt{\omega_1^2 - \lambda_1^2} t + \phi_1\right) \quad (10)$$

ここで， Y_1 は次式で表される．

$$Y_1 = 6y_0 \frac{1}{(\beta_1 l)^4} \xi(X, \beta_1) \frac{\sqrt{\omega_1^2 - \frac{c_1 c_2}{\rho A E} \omega_1^2}}{\sqrt{\omega_1^2 - \lambda_1^2}} \quad (11)$$

2.2 減衰係数の導出方法

対数減衰率 δ は Fig.2 に示すような減衰曲線において、 k 番目と $k+1$ 番目の 2 つの振動振幅の極大値 y_k と y_{k+1} を用いて次式で定義される。

$$\delta = \ln \frac{y_k}{y_{k+1}} \quad (12)$$

また、 k 番目の極大値における時刻を $t=t_k$ 、周期 T_d とすると、以下のような関係が得られる。

$$y_k(x, t_k) = Y_1 \exp(-\lambda_1 t_k) \quad (13)$$

$$y_{k+1}(x, t_{k+1}) = Y_1 \exp\{-\lambda_1(t_k + T_d)\} \quad (14)$$

これらを式 (12) に代入し整理すると、

$$\delta = \lambda_1 T_d \quad (15)$$

式 (15) に式 (6) を代入すると、

$$\delta = \frac{1}{2} \left(\frac{c_1}{\rho A} + \frac{c_2}{E} \omega_1^2 \right) T_d \quad (16)$$

式 (16) に式 (7), (9) を代入すると、

$$\delta = \frac{1}{2} \left(\frac{c_1}{\rho A} + \left(\frac{1.875}{l} \right)^4 \frac{c_2 I}{\rho A} \right) T_d \quad (17)$$

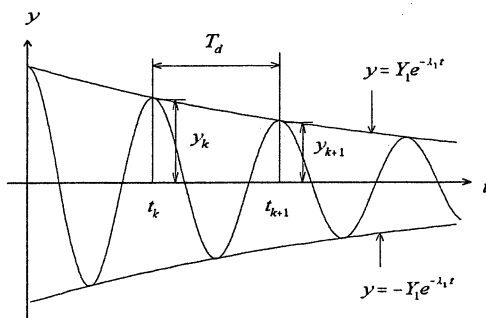


Fig.2 Damped vibration and envelope of peak values of the amplitude

式 (17) より外部減衰係数 c_1 、内部減衰係数 c_2 を算出するには、未知数が 2 つであるから梁の長さを l_1, l_2 と変化させ、連立方程式を c_1, c_2 について解けば、次の 2 式を得る。

$$c_1 = \frac{2\rho A}{l_1^4 - l_2^4} \left(\frac{\delta_1}{T_{d1}} l_1^4 - \frac{\delta_2}{T_{d2}} l_2^4 \right) \quad (18)$$

$$c_2 = \frac{2}{1.875^4} \frac{\rho A}{I} \frac{l_1^4 l_2^4}{l_2^4 - l_1^4} \left(\frac{\delta_1}{T_{d1}} - \frac{\delta_2}{T_{d2}} \right) \quad (19)$$

2.3 実測値の減衰能

実測された振動波形から対数減衰率 δ を求める場合、測定誤差や外乱等によりばらつきを生じる。さらに、実在する材料の対数減衰率 δ は時間経過と共に変動がある。そこで、波形全体の特性を反映した値とするために、実測した極大値の包絡線を以下のような式で近似する。

$$y(x, t) = Y_1 \exp(-\lambda_1 t) \quad (20)$$

ここで、実測した振動波形の極大値を最も良く近似する λ_1 の決定には最小自乗法を適用する。

近似式から減衰に関する指数 λ_1 を得ることによって、式 (15), (18), (19) の関係から外部減衰係数 c_1 、内部減衰係数 c_2 を次のように求めることができる。

$$c_1 = \frac{2\rho A}{l_1^4 - l_2^4} (\lambda_{11} l_1^4 - \lambda_{12} l_2^4) \quad (21)$$

$$c_2 = \frac{2}{1.875^4} \frac{\rho A}{I} \frac{l_1^4 l_2^4}{l_2^4 - l_1^4} (\lambda_{11} - \lambda_{12}) \quad (22)$$

3 実験装置及び実験方法

Fig.3 に実験装置の概略を示す。本装置では、試験片の一端を梁の幅及び厚さの溝をつけた金属ブロックで挟み、ボルトで固定して片持ち梁とする。梁の自由端にマイクロメータヘッドと連動したストッパで初期変位を与え、電磁石で固定する。電磁力を開放することでストッパが外れ、試験片を自由振動させる。振動振幅はレーザ変位計を用い

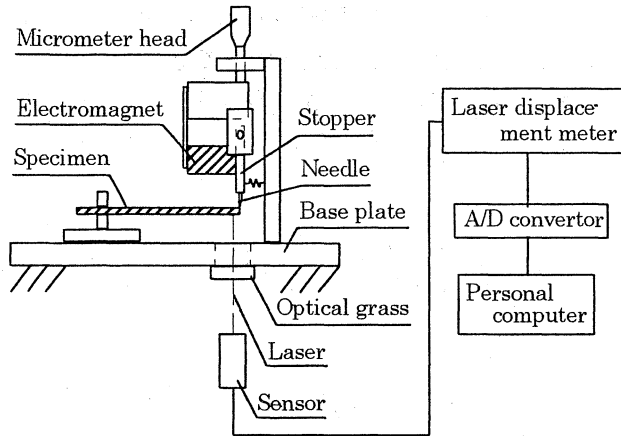


Fig.3 Experimental setup

Table.1 Dimensions and values of physical properties of beams

Material	Stainless steel					Phosphor bronze	
Length l (mm)	130	140	150	160	170		
Width b (mm)		10	15	20			
Thickness h (mm)						1	
Density ρ (kg/m ³)	7930					8800	
Young's modulus E (GPa)	197					98	

て非接触で測定する。

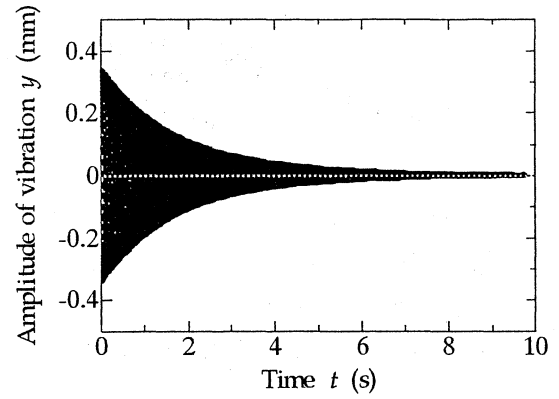
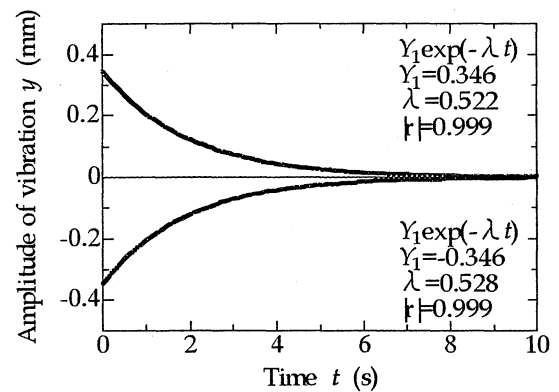
Table.1 に実験で使用する梁の寸法及び物性値を示す。実験で使用する梁の材質には、ステンレス鋼と燐青銅を用いる。また、梁の厚さ $h=1\text{mm}$ 、幅 $b=10, 15, 20\text{mm}$ の3種類を使用する。

内部及び外部減衰係数を算出するため、各幅の梁について梁の長さ l を $130, 140, 150, 160, 170\text{mm}$ と変化させて減衰自由振動を測定し、互いに異なる長さの全ての組み合わせから減衰係数を算出し、それらの平均値を求める。ここで、梁の初期変位は梁材料の弾性域を確実にするため、 1mm とする。

4 実験結果及び考察

Fig.4 に実測例として、ステンレス鋼 ($l=130\text{mm}$, $b=10\text{mm}$, $h=1.0\text{mm}$) の振動波形を示す。また、Fig.5 には振動波形の極大値を最小自乗法により式 (20) で近似した包絡線を示す。図中には近似した包絡線の Y_1 , λ と相関係数 $|r|$ を示す。

この近似では $y>0$ の極大値と $y<0$ の極小値の2通りを示しているが、いずれも十分な近似を得ている。このようにして得られた λ を用いて計算し


 Fig.4 Experimental example of damped vibration
(Stainless steel: $l=130\text{mm}$, $b=10\text{mm}$, $h=1\text{mm}$)

 Fig.5 Envelope obtained by approximation of damped vibration
(Stainless steel: $l=130\text{mm}$, $b=10\text{mm}$, $h=1\text{mm}$)

た外部減衰係数 c_1 と内部減衰係数 c_2 をそれぞれ Fig.6 と Fig.7 に示す。

Fig.6 より、いずれの材料も外部減衰係数 c_1 は梁の幅 b が大きくなると共に増加する傾向を示している。しかし、材料によって c_1 の増加傾向には違いが見られる。これは材料の縦弾性係数 E と密度 ρ の差異によって固有角振動数が異なるため、振動速度に違いが生じ、その結果、仮定している速度比例型の外部減衰が厳密には成立しないことによるものと考えられる。

Fig.7 より、内部減衰係数 c_2 は梁の幅による違いは見られないが、燐青銅の方が大きな値を示す。

ここで減衰に寄与する外部減衰と内部減衰の大小関係について検討する。減衰に関与する指数 λ_1 は式 (17) より外部減衰に関わる指数 λ_a と内部減衰に関わる λ_b の和として次式で表される。

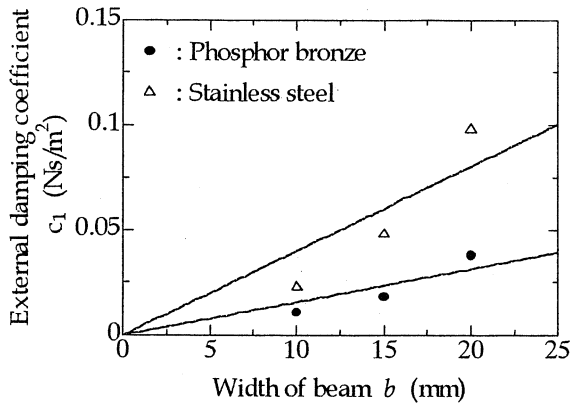


Fig. 6 External damping coefficient

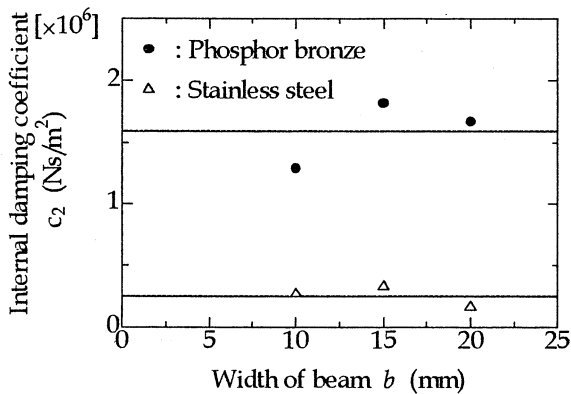


Fig. 7 Internal damping coefficient

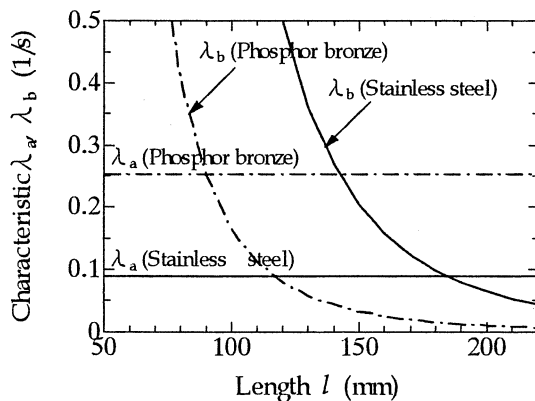


Fig. 8 Comparison between external and internal damping effect

$$\lambda_1 = \lambda_a + \lambda_b \quad (23)$$

ここで,

$$\lambda_a = \frac{c_1}{2\rho A}, \quad \lambda_b = \frac{c_2 I}{2\rho A} \left(\frac{1.875}{l} \right)^4 \quad (24)$$

式 (24) から分かるように λ_b は梁の長さ l に依存する。そこで, Fig.8 に λ_a と λ_b の効果に及ぼす梁の長さ l の影響を示す。いずれの材料による梁も, 梁の長さ l が大きくなると内部減衰の効果は急速に減少する。さらに, 減衰に占める外部減衰と内部減衰の効果は材料によって異なることが分かる。

5 結 言

梁の曲げ振動における内部減衰と外部減衰の分離評価の方法を提案し, 2 種類の金属材料にこの方法を適用して検討を行った結果, 以下のことが明らかにされた。

- (1) 外部減衰係数 c_1 は梁の幅が大きくなると共に比例的に増加する傾向を示す。
- (2) 内部減衰係数 c_2 は梁の幅によらず, 材料による差異が大きい。
- (3) 梁の長さが長くなると共に内部減衰の効果は急速に減少する。

参考文献

- (1) 日本工業規格 JIS G 0602 制振鋼板の振動減衰特性試験方法, (1993), p1-22.
- (2) 妹澤克惟, 久保慧, 棒の屈曲振動による固体粘性の測定, 応用物理, 第3号, (1932), p1-8.
- (3) 亘理厚, 機械振動, (1980), p58-61.

Thermoelectric Properties of Sm and Ce Based Filled Skutterudite Compounds

Ram GIRI*, Norimasa YANASE*, Chihiro SEKINE*

Ichimin SHIROTANI*, Atsushi YAMAMOTO** and Chul-Ho LEE**

(Received 7 May 2002, Accepted 30 August 2002)

Filled skutterudites have been actively studied as potentially useful thermoelectric materials. $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ ($\text{T}=\text{Fe}, \text{Ru}, \text{Os}$) and $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ ($\text{T}=\text{Ru}, \text{Os}$) ($0 \leq x \leq 0.2$) with the filled skutterudite-type structure have been prepared at high temperature and high pressure. The structure of samples was characterized by powder X-ray diffraction. The thermoelectric properties of these compounds have been investigated by means of electrical resistivity, Seebeck coefficient and thermal conductivity measurements. $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ and $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$ behaved metallic down to 5K, while $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$ shows metal-insulation transition around 16K. $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ showed significantly high values of Seebeck coefficient ($46\mu\text{V/K}$), comparing to other metallic compounds at the temperature 600K. $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ ($\text{T}=\text{Ru}, \text{Os}$) ($0 \leq x \leq 0.2$) showed semiconducting behavior, and the power factor was optimized by doping 10% La in $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$

Keywords: Skutterudite compounds, Seebeck coefficient, Power factor, Thermal conductivity.

1. INTRODUCTION

Thermoelectric effect in materials was discovered by Thomas Seebeck in 1823, when he noticed that a voltage drop occurs across a material with a temperature gradient ⁽¹⁾. In 1950s doped semiconductors like bismuth telluride, lead telluride and bismuth-antimony alloys showed a much larger thermoelectric (TE) effect than other materials. Binary semiconductor Bi_2Te_3 showed the greatest thermoelectric effect at room temperature ⁽²⁾. TE devices are not popular due to low efficiency and high cost. However, TE devices are used in specialized applications in which reliability is more important than economy ⁽¹⁾. Such as high-density IC cooler of computer, portable TE cooler, which can be powered from car battery. NASA's deep space probes use TE

generators as power sources ⁽³⁾. Semiconductor thermoelectric coolers offer several advantages over conventional systems. They are entirely solid-state devices, with no moving parts; this makes them rugged, reliable, and quiet. They use no ozone-depleting chlorofluorocarbons, potentially offering a more environmentally responsible alternative to conventional refrigeration. They can be extremely compact, compare to compressor-based systems. However, their efficiency is lower than conventional refrigerators. TE materials are of interest for the power generation from exhaust and engine heat of cars and waste heat from industries. The main drawback of TE devices is their low efficiency. The efficiency of TE device depends on TE material properties. The TE performance of a material is given by a dimension-less figure of merit $ZT=S^2T/\rho$, where S is the Seebeck coefficient, T is the absolute temperature, ρ is electrical

*Department of Electrical and Electronic Engineering

**AIST Central 2, 1-1-1 Umezono, Tsukuba, Japan

resistivity and κ is the thermal conductivity. Thermoelectric home refrigerators would make economically competitive with traditional compressor-based refrigerators, if the value of $ZT=3$ of TE material could be found⁽²⁾. At present the highest value of ZT in the bulk material is 1.8, at the temperature of 650K⁽⁴⁾.

Filled skutterudite compounds are derived from the skutterudite crystal structure (space group $Im\bar{3}$) and can be represented by the general formula MT_4X_{12} where “M” denotes one of the alkaline earth or rare earth; “T” denotes Fe, Ru or Os; and “X” pnictogen elements P, As, or Sb⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾. In the crystal structure of filled skutterudite (Fig. 1)⁽⁸⁾, the M atoms are located at (0, 0, 0) and (1/2, 1/2, 1/2) in the cubic structure. The transition metals T which are located at (1/4, 1/4, 1/4), are bounded by six “X” atoms as their nearest neighbors in a form of slightly distorted octahedrons. Filled skutterudite structure can be obtained by filling M atoms into the case like voids in binary skutterudite like $CoAs_3$. Binary skutterudite compounds AX_3 (A=Co, Rh, Pd) possess high hole mobility and large Seebeck coefficient, but also have high thermal conductivity (κ), which can be expressed as the sum of lattice and electronic thermal conductivities ($\kappa=\kappa_L+\kappa_e$). High κ is unfavorable for obtaining high ZT values. Filled skutterudite compounds have much lower thermal conductivity due to additional phonon scattering by M atoms which rattle inside the large cages, cause reduce the κ_L parts⁽⁹⁾. In fact, filled skutterudites $CeFe_4Sb_{12}$ and $La(Fe,Co)_4Sb_{12}$ showed high ZT values ($ZT>1$) in the high temperatures⁽¹⁰⁾. Thermoelectric properties of some phosphide including $CeFe_4P_{12}$ have also been reported⁽¹¹⁾. CeT_4P_{12} (T=Ru,Os) have showed high power factor in wide range of temperatures⁽¹²⁾. These previous results of

filled skutterudite compounds motivated us to further investigate CeT_4P_{12} (T=Ru, Os) by La doping, in order to optimize TE properties, because it is believed that La dopant effect causes change in carrier concentration and hybridization between conduction electron and localized f electron. On the other hand, $SmRu_4P_{12}$ shows semiconductor-like behavior at low temperatures⁽⁸⁾⁽¹³⁾. It also motivated us to investigate Sm based filled skutterudite phosphide as a thermoelectric materials. In this paper we investigated doping effect of La on CeT_4P_{12} (T=Ru, Os). We also studied thermoelectric properties of metallic filled skutterudite compounds SmT_4P_{12} (T=Fe, Ru Os).

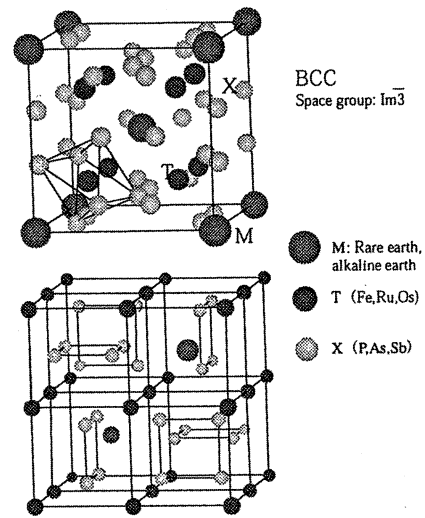


Fig. 1. Crystal structure of filled skutterudite MT_4X_{12}

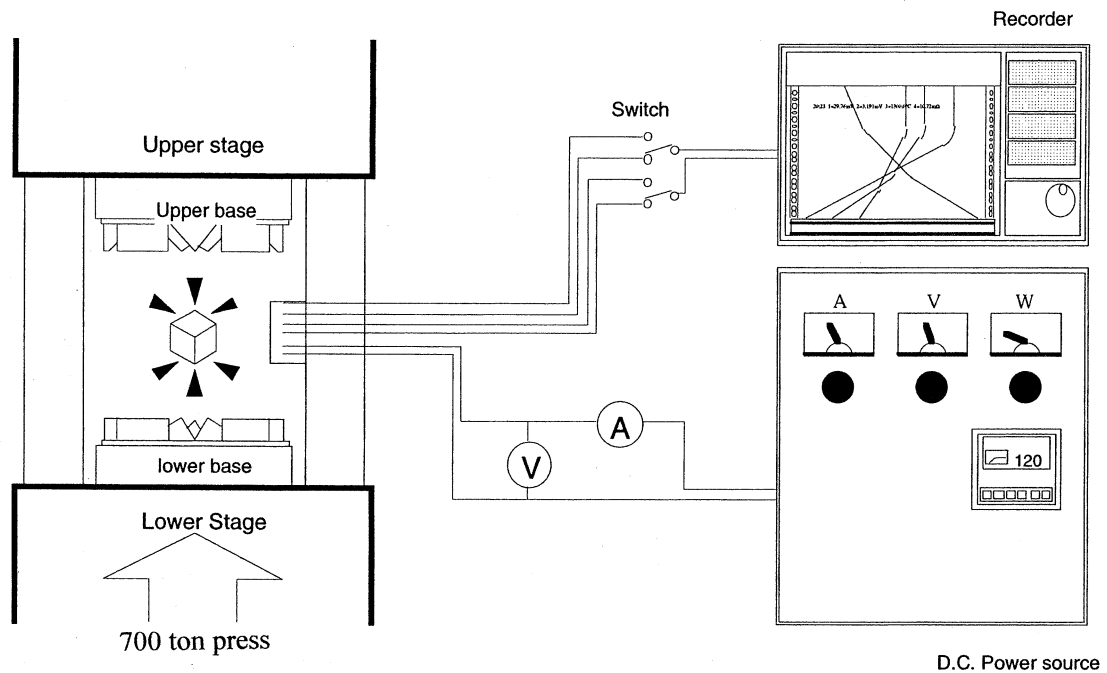


Fig. 2. High temperature high pressure apparatus for sample preparation

2. EXPERIMENT

2.1 Synthesis

Filled Skutterudite compounds $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ ($\text{T}=\text{Ru}, \text{Os}$) ($0 \leq x \leq 0.2$) and $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ ($\text{T}=\text{Fe}, \text{Ru}, \text{Os}$) have synthesized by high pressure, high temperature method, using a wedge-type cubic anvil high-pressure apparatus⁽¹⁴⁾. This apparatus has upper and lower stages consisting of three cubic anvil in each stage, slide on the wedges formed in the shallow V-shaped grooves (Fig. 2). The movements of anvils are completely synchronized by the wedge system. The anvils are fabricated from tungsten carbide, having a $16 \times 16 \text{ mm}^2$ top-square face. Cubic pyrophyllite ($21 \times 21 \times 21 \text{ mm}^3$) was used as a sample container. The sample assembling technique to prepare skutterudite phosphides is similar to that used for the synthesis of black phosphorus⁽¹⁵⁾. Powders of high purity, Ce, Sm, Fe, Ru, Os (99.9% respectively) and P (99.999%) were used as starting materials. The starting materials were mixed as stoichiometric amounts and sealed in a crucible, made of Boron-nitride (BN). The BN crucible, which is fitted inside a graphite heater is placed into the cubic pyrophyllite container. This pyrophyllite is kept in the center of the anvils, and the pressure is applied gradually. After the pressure reached about 4 GPa, the temperature is increased to the desired value ($1000 \sim 1200^\circ\text{C}$) in about 30 min. Temperature is held for about 30 to 60 min. and then quenched to room temperature.

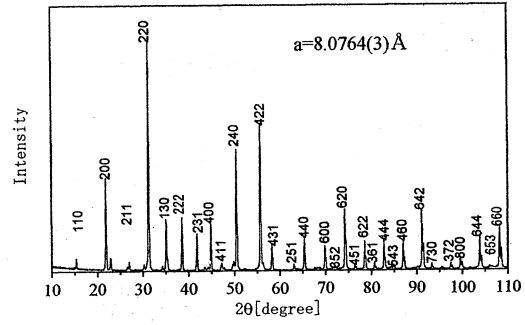


Fig. 3. X-ray diffraction pattern of $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$

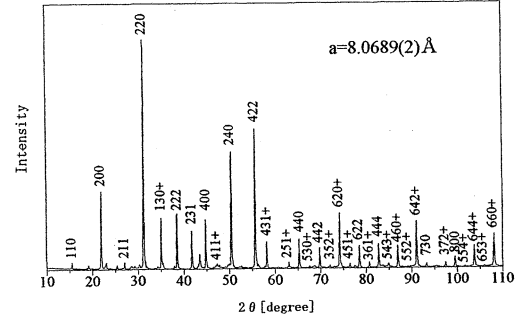


Fig. 4. X-ray diffraction pattern of $\text{La}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{Os}_4\text{P}_{12}$

2.2 Characterization

The samples were characterized by powder X-ray diffraction using $\text{CuK}\alpha_1$ radiation and silicon as a standard. X-ray diffraction patterns of $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$ and $\text{La}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{Os}_4\text{P}_{12}$ are shown in Fig. 3 and Fig. 4 respectively. Both samples are predominantly in the filled skutterudite phase with a negligible amount of OsP_4 as a impurity phase. Lattice constants of some skutterudite compounds are listed in table I.

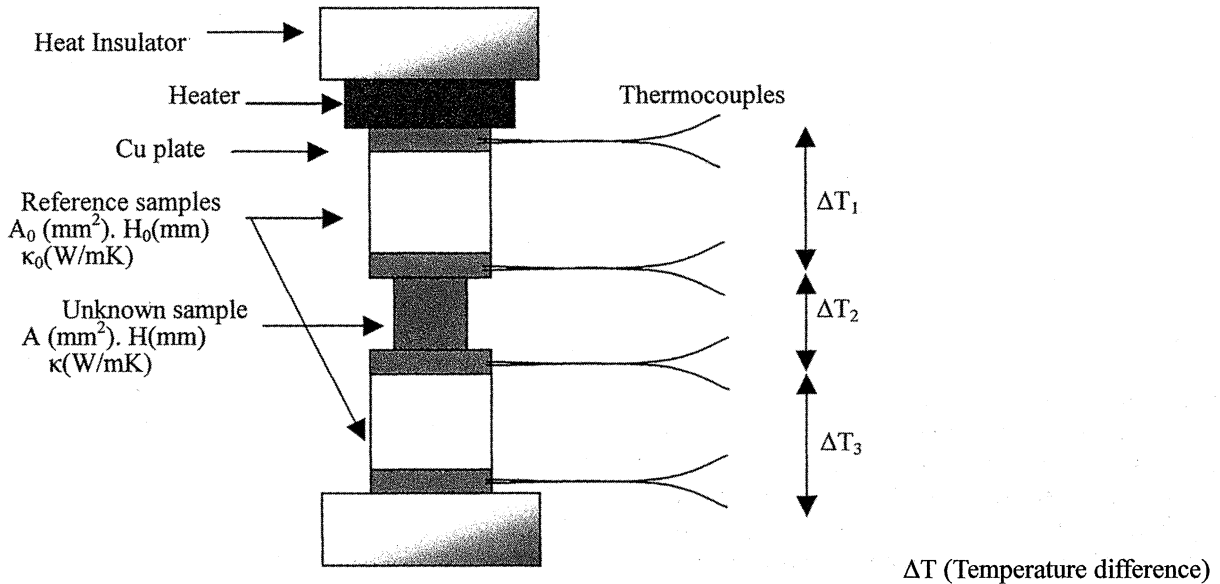


Fig. 5. Schematic diagram of Thermal conductivity measurement

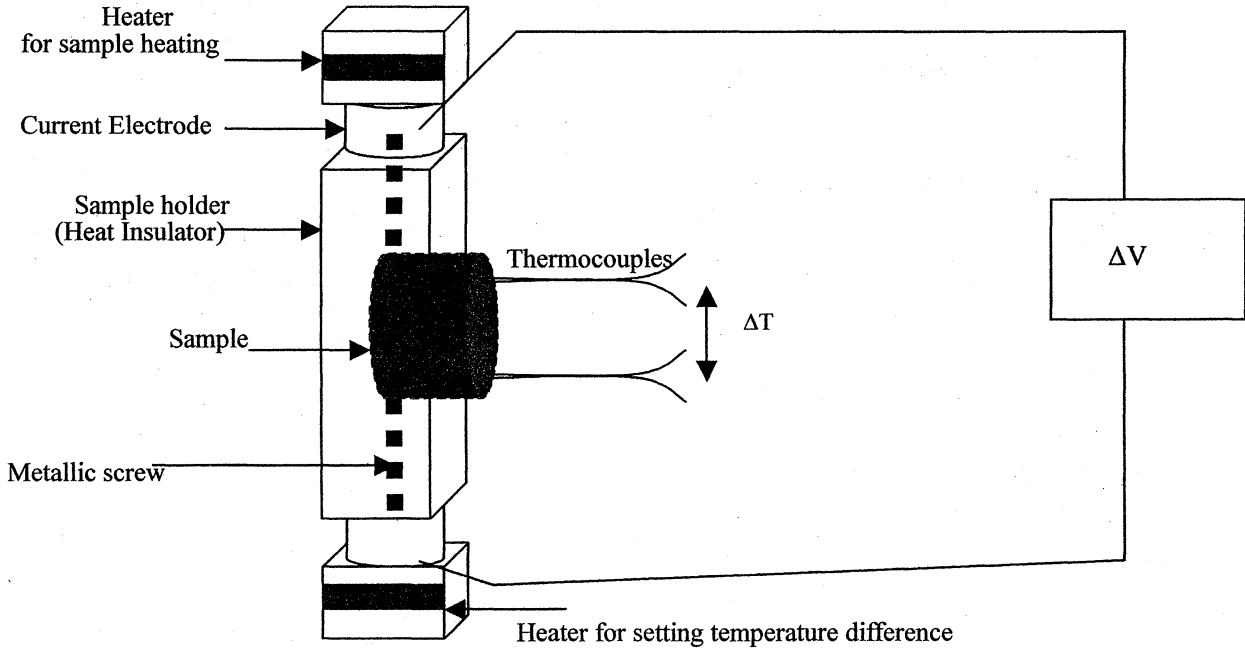


Fig. 6. Schematic diagram of Seebeck coefficient measurement

2.3 Resistivity Measurement

Resistivity was measured by using standard four-probe direct current method over a temperature range from 2 to 300K.

2.4 Thermal conductivity measurement

Thermal conductivity is measured using a steady state comparative method in room temperature. The schematic diagram is shown in Fig. 5. In this method, the unknown sample, whose thermal conductivity is to be measured, is sandwiched between two reference materials of known thermal conductivity. The temperature gradients in the standards and unknown samples are measured with applying constant heat flux. The samples sizes are measured to calculate the thermal conductivity, is given by equation (1)

$$\kappa = \frac{H \cdot A_0}{H_0 \cdot A} \frac{\Delta T_1 + \Delta T_3}{2 \Delta T_2} \kappa_0 \quad (1)$$

Where κ W/mK is thermal conductivity, H mm is the height and A mm² is the area of the unknown sample, while κ_0 , H_0 and A_0 are of reference samples. ΔT_1 , ΔT_2 and ΔT_3 are temperature gradient between the samples. 100 Ω metal film resistor was used as a heater. Heater currents were set at 0, 20, 40 and 60mA. The temperature gradients were measured at a stable temperature state of all the thermocouples. K type thermocouples are connected with 2mm thick Cu block

(5×5mm²) to measure the temperature. Heat conductive grease ($\kappa=9.6$ mW/cmK) was used to connect the Cu plates and samples. Quartz glass ($\kappa=13.6$ mW/cmK) of dimension 5×5mm², was used as a standard samples. Chamber was vacuumed by turbo molecular pump at 1.4×10^{-6} Torr during the measurement. Thermal resistivity of heat conductive grease, heat leak from thermocouples and radiative losses are likely to cause error. Error was found $\pm 5\%$, while measuring quartz glass as an unknown sample. Re-measurement showed less than 1% error. When the size of unknown sample is very smaller than standard samples, values of thermal resistivity appears less than actual values. These errors and losses were estimated and corrected for the data.

2.5 Seebeck coefficient measurement

Seebeck coefficient was measured by DC method. When a temperature difference is applied between two ends of the material, a voltage V_0 is produce. The temperature difference ΔT can be measured by means of thermocouples. The average thermoelectric power, which is also called Seebeck coefficient S as a function of average temperature difference ΔT is given by

$$S = V_0 / \Delta T$$

Schematic diagram of Seebeck coefficient

measurement is shown in Fig. 6. The sample was fixed between the two stages with the support of heat insulated sample holder. Temperature difference is applied to the sample by the heater from the lower block at the temperature gradient of 2 K. Two thermocouple probes, which also push the two different points of the sample, are used to measure the temperature difference and thermoelectric power. Measuring unit is surrounded by low pressure He gas.

3. RESULTS

The variation of electrical resistivity with temperature of the $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ ($\text{T}=\text{Ru}, \text{Os}$) ($0 \leq x \leq 0.2$) is plotted in Fig. 7 and Fig. 8. All these compounds show semiconducting behavior. We reported that $\text{CeOs}_4\text{P}_{12}$ shows low resistivity values, because of large carrier mobility compare to $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$ ⁽¹²⁾. La dopant causes decrease in resistivity with increase of La percentage in $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$. Resistivity of $\text{La}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{Ru}_4\text{P}_{12}$ observed 10 times lower than $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$ at room temperature and 16 times at 125 K. The shoulder has found in the resistivity as a function of temperature in $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$ at around 100 to 150 K and disappeared after La doping. However in case of $\text{CeOs}_4\text{P}_{12}$, La doping effect in electrical resistivity is negligible above 100 K.

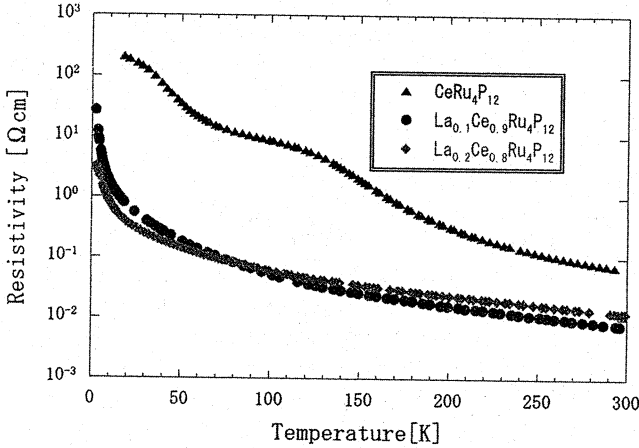


Fig. 7. Resistivity versus temperature for $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{Ru}_4\text{P}_{12}$ ($x=0, 0.1, 0.2$)

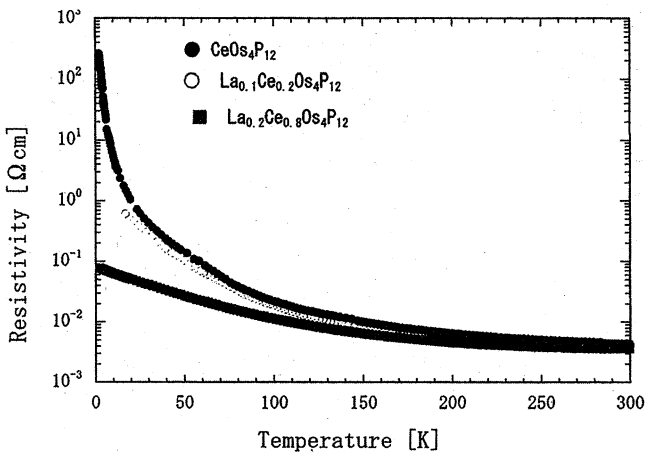


Fig. 8. Resistivity as a function of temperature for $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{Os}_4\text{P}_{12}$ ($x=0, 0.1, 0.2$)

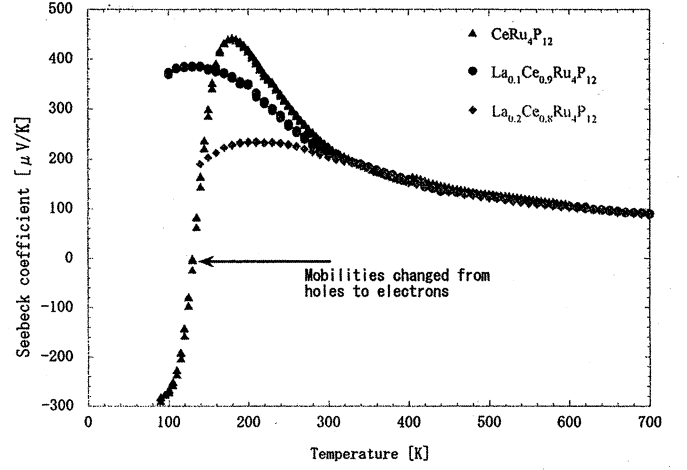


Fig. 9. Seebeck coefficient versus temperature for $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{Ru}_4\text{P}_{12}$ ($x=0, 0.1, 0.2$)

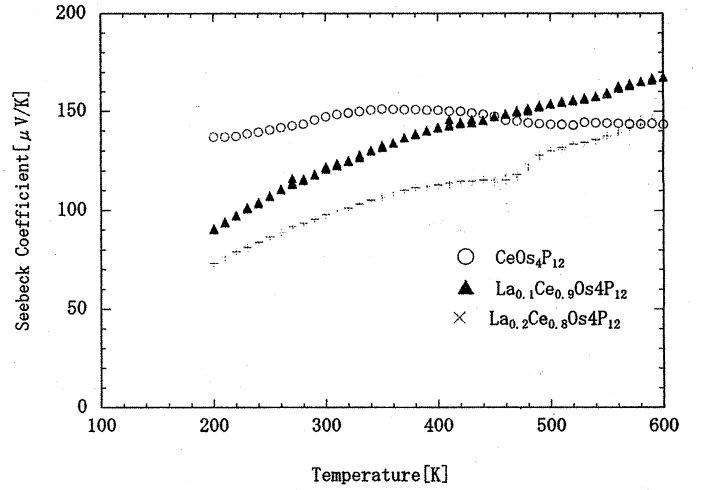


Fig. 10. Seebeck coefficient versus temperature for $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{Os}_4\text{P}_{12}$ ($x=0, 0.1, 0.2$)

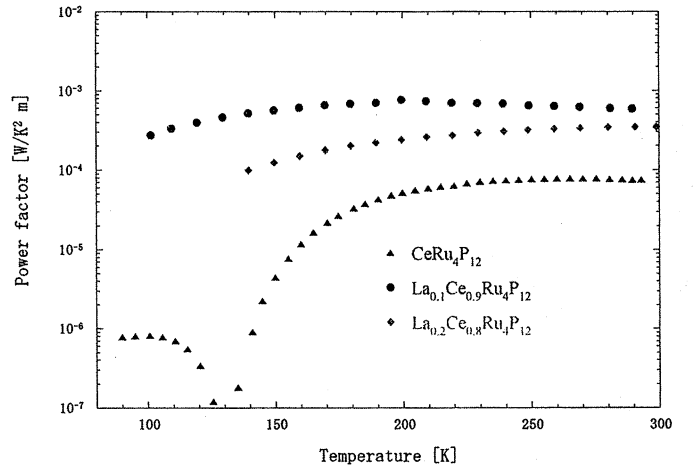
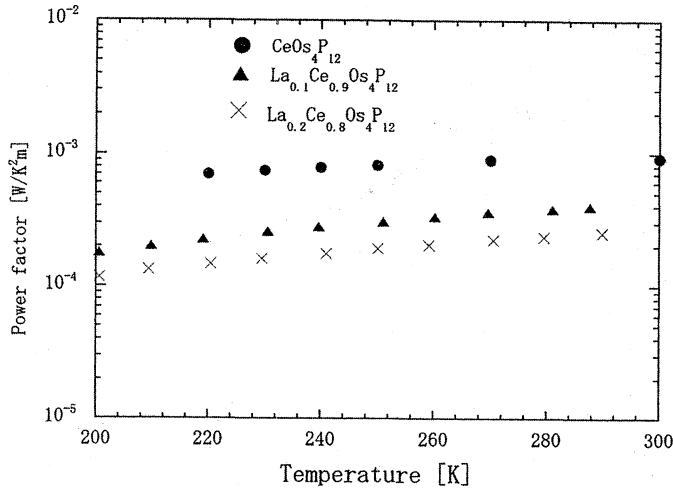
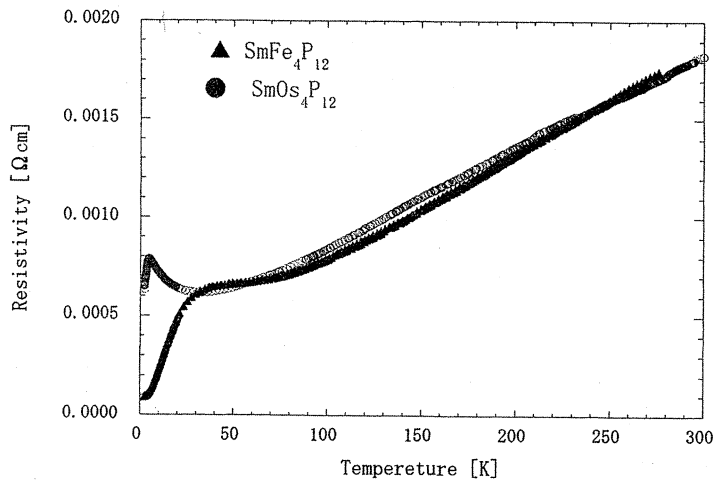
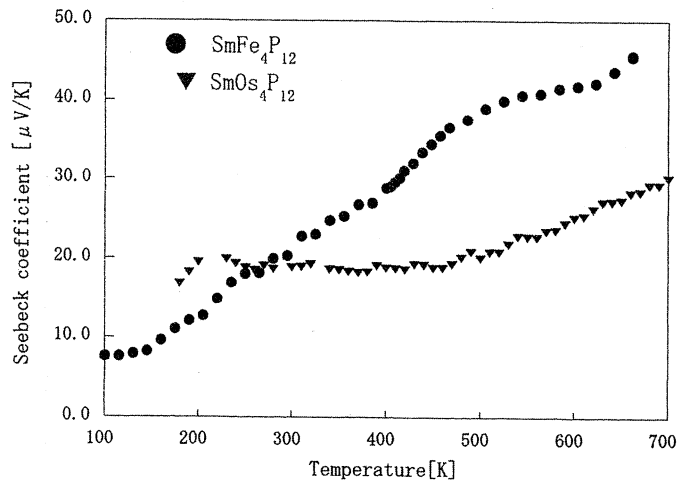
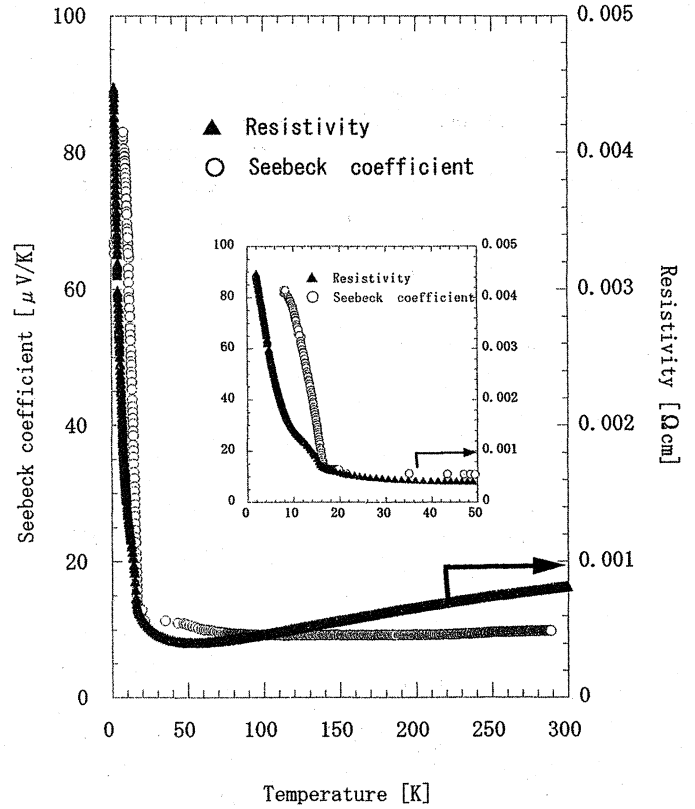


Fig. 11. Power factor (S^2/ρ) versus temperature for $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{Ru}_4\text{P}_{12}$ ($x=0, 0.1, 0.2$)


 Fig. 12. Power factor (s^2/ρ) versus temperature for $\text{LaCe}_{1-x}\text{Os}_x\text{P}_{12}$

 Fig. 13. Resistivity versus temperature for $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ and $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$

 Fig. 14. Seebeck coefficient versus temperature for $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ and $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$

 Fig. 15. Resistivity and Seebeck coefficient as a function of temperature of $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$

The Seebeck coefficient of $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{Ru}_4\text{P}_{12}$ ($0 \leq x \leq 0.2$) as a function of temperature is shown in Fig. 9. High Seebeck coefficient ($500 \mu\text{V/K}$) of $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$ has been reported down to 200 K⁽¹²⁾. In this study, Seebeck coefficient was measured down to 100 K. It is invented that, Seebeck coefficient of $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$ is positive down to 140 K, which indicate hole conductor. However below 140 K it changes to negative, which indicate electron conductor. The maximum peak ($437 \mu\text{V/K}$) was found at 180K. The variation of Seebeck coefficient of $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{Os}_4\text{P}_{12}$ ($0 \leq x \leq 0.2$) is plotted in Fig. 10. $\text{CeOs}_4\text{P}_{12}$ also shows high Seebeck coefficient ($140 \mu\text{V/K}$) over a wide temperature range with the weak temperature dependence⁽¹²⁾. High Seebeck coefficient was found above 450 K with 10% La dopant. The power factors of $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ ($\text{T}=\text{Ru}, \text{Os}$) ($0 \leq x \leq 0.2$) are shown in Fig.11 and Fig. 12. Power factor values in $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$ increased with La dopant. $\text{La}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{Ru}_4\text{P}_{12}$ shows high power factor value in the order of 10^{-3} mW/K over a wide temperature range. Variation of electrical resistivity and Seebeck coefficient of $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ ($\text{T}=\text{Fe}, \text{Ru}, \text{Os}$) are plotted in Fig. 13, Fig. 14 and Fig. 15. All Sm based compounds show metallic behavior in contrast with the semiconducting behavior of Ce based phosphide

compounds. However, $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$ shows metal-insulator transition at 16K, which is in agreement with the previous report⁽¹²⁾. High seebeck coefficient value ($82 \mu\text{V/K}$) was observed at around 10 K in $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$. Seebeck coefficient of $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ and $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$ increase with temperature. Maximum seebeck coefficient value ($46 \mu\text{V/K}$) was found at around 700 K in $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$, which is comparatively high in the metallic compounds.

Thermal conductivity of Sm and Ce based compounds at room temperature are listed in Table 1. The thermal conductivities of some Ce based compounds at room temperature are in agreement with the previous study^{10,11)}. The thermal conductivity of $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$, $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$ and $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$ is 75.5 mW/cmK, 63.7 mW/cmK and 58.54 mW/cmK respectively. The calculated dimensionless thermoelectric figure of merit ZT values for the $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$, $\text{CeOs}_4\text{P}_{12}$, $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$, $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$ and $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$ are relatively low at room temperature of 0.003, 0.02, 0.0006, 0.0001 and 0.001 respectively. These low values can be attributed to their high thermal conductivity. In order to increase their ZTs, reduction in both electrical resistivity and thermal conductivity should be carried out. In metals, like Sm based filled skutterudite compounds, the ratio of $\kappa/\sigma \approx$

constant ($\sigma=1/\rho$) and it is not possible to simultaneously reduce one value and increase the other. In case of semiconductors, however doping process increase in conductivity and reduce thermal conductivity due to phonon scattering in disordered compounds, which can achieve high ZTs materials. We succeeded to improve power factor by La doping into the $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$, which showed the possibilities of increasing the values of ZT of these filled skutterudite semiconductors. Measurements of thermal conductivity for the $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ (T=Ru, Os) ($x= 0.1$ and 0.2) are planned in the very near future.

4. SUMMARY

$\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ (T=Ru, Os) ($0 \leq x \leq 0.2$) and $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ (T=Fe, Ru, Os) have been synthesized under high pressure and their thermoelectric properties have been measured. The room temperature properties of $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ (T=Ru, Os) ($0 \leq x \leq 0.2$) and $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ (T=Fe, Ru, Os) are listed in Table 1. $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ (T=Ru, Os) ($0 \leq x \leq 0.2$) are p-type semiconductors and have good thermoelectric properties. Power factor was optimized by 10% La doping in $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$. Thermal

Table 1

Room temperature properties of some Sm and Ce based filled skutterudite compounds.

	Units	$\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$	$\text{La}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{Ru}_4\text{P}_{12}$	$\text{La}_{0.2}\text{Ce}_{0.8}\text{Ru}_4\text{P}_{12}$
Lattice constant	Å	8.0446	8.0478	8.0478
Electrical resistivity	$\text{m}\Omega\text{cm}$	71.9	7.7	12.2
Seebeck coefficient	$\mu\text{V/K}$	256	214	204
Thermal conductivity	mW/cmK	107		
ZT		0.003		
	Units	$\text{CeOs}_4\text{P}_{12}$ **	$\text{La}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{Os}_4\text{P}_{12}$	$\text{La}_{0.2}\text{Ce}_{0.8}\text{Os}_4\text{P}_{12}$
Lattice constant	Å	8.0700	8.0689	8.0708
Electrical resistivity	$\text{m}\Omega\text{cm}$	2.26	3.52	3.60
Seebeck coefficient	$\mu\text{V/K}$	147	120	97
Thermal conductivity	mW/cmK	105		
ZT		0.02		
	Units	$\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$	$\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$	$\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$
Lattice constant	Å	7.7986	8.0395	8.0764
Electrical resistivity	$\text{m}\Omega\text{cm}$	1.9	5.2	1.8
Seebeck coefficient	$\mu\text{V/K}$	18	11	19
Thermal conductivity	mW/cmK	75.5	63.7	58.54
ZT		0.0006	0.0001	0.001
	Units	$\text{CeFe}_4\text{P}_{12}$ *	$\text{CeFe}_4\text{Sb}_{12}$ *	$\text{CeRu}_4\text{Sb}_{12}$ *
Lattice constant	Å	7.7917	9.1350	9.2657
Electrical resistivity	$\text{m}\Omega\text{cm}$	20.5	0.75	0.31
Seebeck coefficient	$\mu\text{V/K}$	58	59	31
Thermal conductivity	mW/cmK	140	14	42
ZT		0.0003	0.1	0.022

*Ref.¹⁰⁾ **Ref.¹¹⁾

conductivity decrease in the order of transition metal Fe, Ru, Os in Ce based phosphides and vice versa in Ce based antimonides. $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ (T=Fe, Ru, Os) show metallic behavior and posses high Seebeck coefficient at high temperatures. Thermal conductivity decreases in the order of transition metals Fe, Ru, Os. It can be believed that, thermal conductivity of filled skutterudite compounds can be reduced by not only selecting a good rattler but also selecting a proper transition metal, which makes optimum size of atomic cage for rattler. We found that, Os makes optimum size for phosphides and Fe for antimonides filled skutterudite compounds.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was partly supported by a Grant-in-Aid for Scientific Research from the Ministry of Science and Education of Japan, No. 14204032 and 14540318.

REFERENCES

- (1) G.D.Mahan: Solid state physics, Vol. 51, Good Thermoelectrics (1998)
- (2) B.C.Sales, D. Mandrus and R.K.Williams: Science 272 (1996), pp 1325-1328
- (3) S.Ishiyama: Thermoelectrics- principles and applications (2001)
- (4) J.P. Fleurial, A. Borschchevsky, T. Caillat, D. Morelli and G. Meisner, NASA Tech Briefs (2002)
- (5) W. Jeitschko and D. Braun: Acta Crystallogr. Sect. B 33 (1977), pp 3401-3406
- (6) D.J. Braun and W. Jeitschko: J.Solid state Chem. 32 (1980), pp 357-363
- (7) D.J. Braun and W. Jeitschko: J. Less-Common Met. 70 (1980), 147-156
- (8) C. Sekine, T. Uchiumi, I. Shirotni and T. Yagi: Phys. Rev. Lett. 79 (1997), pp 3218-3221.
- (9) G. A. Slack and V. G.Tsoukala: J. Appl. Phys. 76 (1994)
- (10) A. Watcharapasorn, R. C. Demattei, R. S. Feigelson, T. Caillat, A. Borschchevsky G. J. Snyder and J-P. Fleurial: J. Appl. Phys. 86 (1999), pp 6213-6217
- (11) A. Watcharapasorn, R. C. Demattei, R. S. Feigelson, T. Caillat, A. Borschchevsky G. J. Snyder and J-P. Fleurial Jpn. J. Appl. Phys. 39 (2000), pp 14-18
- (12) C. Sekine, K. Akita, N. Yanase, I. Shirotni, I. Inagawa and C. H. Lee: Jpn. J. Appl. Phys. 40 (2001), pp 3326-3329
- (13) K. Matsuhira, Y. Hinatsu, C. Sekine, T. Tagashi, H. Maki, I. Shirotni, H. Kitazawa, T. Takamatsu, and G. Kido, , Jpn. J. Appl. Phys. 71 (2002) Suppl.
- (14) I. Shirotni, N. Ichihashi, K. Nozawa, M. Kinoshita, T. Yagi, K. Suzuki, and T. Enoki: Proc. ICTMC-9, Jpn. J. Appl. Phys. 32 (1993) Suppl. 32-3, pp.695-697
- (15) I. Shirotni: Mol. Cryst. Liq. Cryst. 86 (1982), pp 1943-1951

Sm 系及び Ce 系充填スキテルダイト化合物の熱電特性

ギリ ラム*, 柳瀬 考応*, 関根 ちひろ*, 城谷 一民*, 山本 淳**, 李 虎哲**

概要

充填スキテルダイト化合物は新熱電材料の候補として精力的に研究されている。この結晶構造を持つ化合物 $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ (T=Fe, Ru, Os) 及び $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ (T=Fe, Ru, Os) ($0 \leq x \leq 0.2$) を高温高圧合成法により作製した。粉末 X 線回折により結晶構造の同定を行ない、電気抵抗率、ゼーベック係数 及び熱伝導率を測定し、熱電特性を調べた。 $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$ は 16K で金属-絶縁体転移を示すのに対し $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ 及び $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$ は 5K まで金属的な振舞を示した。 $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ は通常金属に比べて大きなゼーベック係数の値 (600K で $46 \mu\text{V/K}$) を示した。 $\text{La}_x\text{Ce}_{1-x}\text{T}_4\text{P}_{12}$ (T=Fe, Ru, Os) ($0 \leq x \leq 0.2$) はすべての組成が半導体的な性質を示した。 $\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$ は 10% La 置換により出力因子を最適化できた。

キーワード：スキテルダイト化合物、ゼーベック係数、出力因子、熱伝導率

*電気電子工学科、**産業技術総合研究所

ニューラルネットワークを用いたFBGセンサによる歪み計測 —誤差逆伝搬法によるシミュレーション—

齋藤 大介*¹, 佐藤 信也*¹, 今井 正明*¹

Strain Measurement Using FBG Sensors by Neural Networks —Numerical Simulation by Back Propagation Method—

Daisuke SAITO, Shinya SATO and Masaaki IMAI

(原稿受付日 平成14年 5 月 7 日 論文受理日 平成14年 8 月30日)

Abstract

Recently, a variety of sensors using optical fibers have been studied intensively since these sensors offer a compact, robust, lightweight and potentially low cost solution. In this paper, we concentrate on strain sensors using fiber Bragg grating (FBG) because FBG sensors have proven to be useful for monitoring structural strains (elongation). However, most of the FBG sensors reported so far employ a spectrum analyzer that is usually expensive. We propose here a low cost FBG sensor utilizing artificial neural networks that is used to learn the mapping relation between strains and normalized transmission power spectrum. Numerical simulation based on a back propagation method demonstrates that the FBG sensors with neural networks are useful for the measurements of the strain.

Keywords: Fiber Bragg grating, Optical fiber sensors, Strain measurement, Neural networks, Numerical simulation

1 はじめに

近年、光ファイバを各種センサに用いることが盛んに研究され、光ファイバを用いたセンサデバイスが注目されている。光ファイバセンサデバイスは、従来の電子式センサと比較して耐電磁誘導性、防爆性、耐腐食性に優れ、小型、軽量である等の多くの利点を持つ⁽¹⁾⁽²⁾。

本研究では、Fiber Bragg Grating (FBG)センサによる歪み計測について検討する。FBG は、光ファイバを伝搬する特定波長の光を選択的に阻止ある

いは反射する機能を有している。この特定波長(ブラッグ反射波長)が外界の歪み、温度によりわずかに変化する性質を利用して歪みや温度の計測を行う⁽³⁾⁽⁴⁾。従来の FBG センサによる歪み計測では、計測機器として光スペクトルアナライザや波長計が必要である⁽⁵⁾。そこで、本研究ではニューラルネットワークの手法のひとつである誤差逆伝搬法を用いることによってこれらの機器を必要とせず、安価なパワーメータを使用した計測方法を提案し⁽⁶⁾、数値シミュレーションを行うことによりその実現性を検討する。

2 ファイバブラッググレーティング(FBG)

*1 電気電子工学科

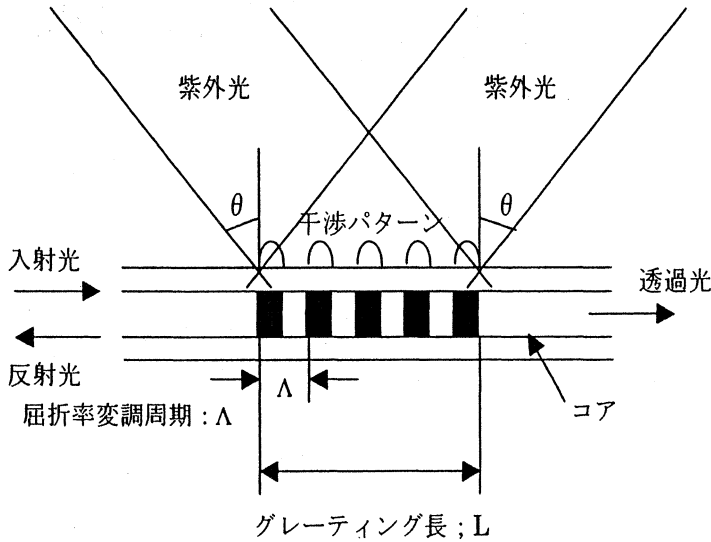


図1 回折格子書き込みの方法

2本の紫外線でコアを照射すると、光の干渉により屈折率の高低が生じる。 θ は照射角を示す。

FBGは、光ファイバに紫外光を照射することにより図1のように光の波長オーダーの周期的な屈折率変調をファイバコア内に形成することにより作製される⁽³⁾。代表的な作製方法として二光束干渉法、位相マスク法が挙げられる。二光束干渉法は照射角を制御することによって、任意の反射波長のFBGを作製できる利点がある(図1参照)。一方、位相マスク法は異なった反射波長のFBGを作るためにはその数だけの位相マスクが必要となるが、位相格子のパターンがファイバ上に転写されるため、作製したFBG特性の再現性に優れているという特徴がある。

FBGは図1の構造によりファイバコアがブラッグ回折格子として機能する。したがって、式(1)で示されるようなブラッグ波長と呼ばれる共振波長近傍の光を反射する⁽⁴⁾。

$$\lambda_B = 2n_0\Lambda \quad (1)$$

ここで、 λ_B はブラッグ波長、 n_0 はグレーティング部の平均コア屈折率、 Λ は屈折率変調周期である。また、FBGの特定の波長における反射率 P_R は次式のように表される⁽⁷⁾。

$$P_R = \frac{\kappa^2 \sinh^2(sL)}{s^2 \cosh^2(sL) + \delta^2 \sinh^2(sL)} \quad (2)$$

$$\kappa = \frac{\pi \Delta n}{\lambda} \quad (3)$$

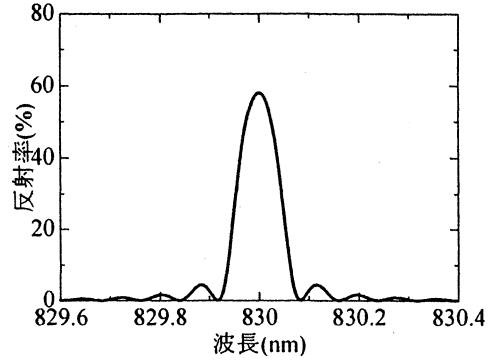


図2 FBGの反射スペクトル

$$\delta = \frac{2\pi n_0}{\lambda} - \frac{\pi}{\Lambda} \quad (4)$$

$$s^2 = \kappa^2 - \delta^2 \quad (5)$$

ここで、 L はグレーティング長、 Δn は屈折率変化量、 λ は波長である。図2にFBGの反射スペクトルの計算結果の一例を示す。また、この数値計算結果は屈折率変化量 Δn を 8.8×10^{-5} 、平均コア屈折率 n_0 を1.45、グレーティング長 L を3.0mm、ブラッグ波長 λ_B を830.0nmと仮定して得られた。

FBGは、伸長歪みが増えられとファイバコア内に形成されている屈折率変調周期 Λ が変化する。また、FBGは温度変化を加えられるとグレーティング部の平均コア屈折率 n_0 に変化が生じる。このため伸長歪みおよび温度変化により反射波長がシフトするという特性をもっている。

3 歪み計測法

本研究では、ブラッグ波長近傍の特定波長における反射率の変化を歪み量としてとらえる。そのため、歪み量と反射率の関係について考察する。

FBGは外部からの張力により伸長すると、屈折率変調周期 Λ が変化する、反射スペクトルがシフトする。このときのグレーティングの伸長量に対する反射波長の変化を図3に示す。また、図3の中に縦の点線で示す特定波長($\lambda=830.09\text{nm}$)における反射率の変化を図4に示す。これらの図で、反射率は式(2)~(5)を変形させた次式により計算した⁽⁶⁾。

$$P_R = \frac{\kappa^2 \sinh^2[s(L + \Delta L)]}{s^2 \cosh^2[s(L + \Delta L)] + \delta^2 \sinh^2[s(L + \Delta L)]} \quad (6)$$

$$\kappa = \frac{\pi \Delta n}{\lambda} \quad (7)$$

$$\delta = \frac{2\pi m_0}{\lambda} - \frac{\pi}{\Lambda + \Delta\Lambda} \quad (8)$$

$$s^2 = \kappa^2 - \delta^2 \quad (9)$$

ここで ΔL はグレーティング伸長量、 $\Delta\Lambda$ は屈折率変調周期の変化量を表す。また、数値計算で用いたFBGパラメータは図2と同様のものを使用した。

図4の結果より、特定波長における反射率はブラッグ波長近傍の長波長側の極小点(図3のA点)から極大点(図3のB点)まで単調増加している。この単調増加区間において反射率から伸長量が一意に定まることがわかる。この伸長量と反射率の関係を単調増加関数とみなし、ニューラルネットワークによって近似する。また、歪み量 ε は次式で与えられる。

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (10)$$

ここで、式(6)および式(10)より ΔL を求めるためにはグレーティング部における平均コア屈折率 n_0 と屈折率変化量 Δn を与えなければならない。しかし、

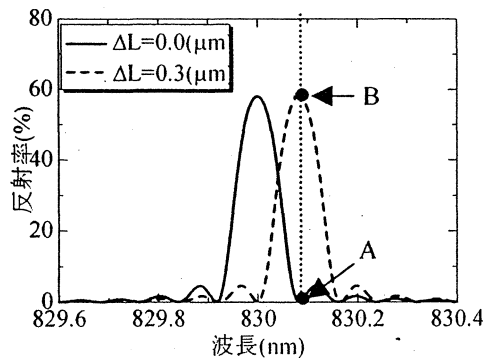


図3 グレーティングの伸長に対する反射率の変化

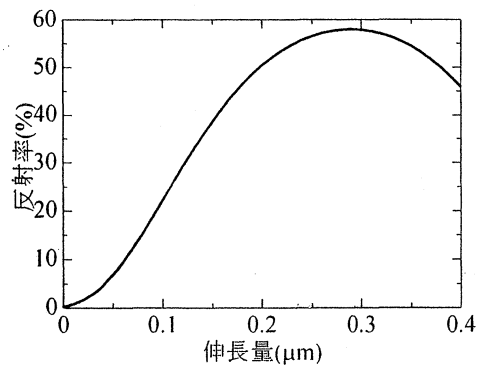


図4 特定波長での反射率変化

実際に作製されたFBGにおいて、これらの値を測定して求めることは、温度変化や機械振動等のノイズのため反射特性が微妙に変化し正確な値が求められない。そこで、反射率と伸長量の間に存在する未知関数をニューラルネットワークにより近似し、反射率から伸長量の算出を行う⁽⁷⁾。

FBGは温度変化に対しても反射スペクトルが変化する。温度により反射スペクトルが変化するとFBGからの反射率が変化し、算出する歪み量に誤差が生じる。よって、本手法では反射率から歪み量を推定するため、温度補償が必要となる。この方法としては、歪み計測用FBGと同一特性をもつ温度補償用FBGを歪み計測用FBGと並列に設け、温度補償用FBGからの反射パワーが一定となるように、測定波長を変化させる。これにより、温度変化による反射率の変化を防ぎ、歪みによる反射率の変化のみを測定できる⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

4 ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークとは生態の神経細胞(ニューロン)を模擬した人工の素子を相互に接続させて構成されるネットワークのことである⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。

ニューラルネットワークは神経細胞をモデル化したニューロンモデルにより構成される。このニューロンモデルを図5に示す。ニューロンモデルが N 個の入力 x_n を持つと仮定すると、その出力 y は各々の入力に対して結合重み w_n を乗じてその総和 s をとり、 s のシグモイド関数をとる。これは次式のように書ける⁽¹¹⁾。

$$s = \sum_{n=1}^N w_n x_n \quad (11)$$

$$y = \text{sigmoid}(s - \theta) = \frac{1}{1 + \exp[-\alpha(s - \theta)]} \quad (12)$$

これらの式において、 θ は閾値、 α はゲインである。

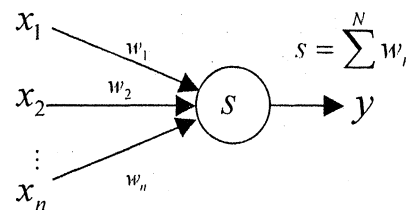


図5 ニューロンモデル

次に、誤差逆伝搬法の枠組みを図 6 に示す。誤差逆伝搬法はニューロンモデルを複数個用いて構成されるニューラルネットワークである。ネットワークの構造は図 7 に示されるような階層構造であり、これは階層型ニューラルネットワークと呼ばれる。それぞれの階層は、入力側から入力層、中間層、出力層と呼ばれ、各層の出力は次式で表される。

$$y_i^{(1)} = x_i \quad (13)$$

$$y_j^{(2)} = \text{sigmoid}(y_i^{(1)} w1_{ji} - \theta_j) \quad (14)$$

$$y_k = \sum_{n=1}^N w2_{kj} y_j^{(2)} \quad (15)$$

ここで、出力層からのネットワークの出力と教師信号 t_i (入力に対する出力の目標値) を誤差評価尺度 E で与えられる平均二乗誤差を用いて、その誤差を評価する。

$$E = \sum_{i=0}^N (t_i - y_i)^2 \quad (16)$$

最初は、初期値を適当に与えているので、出力値と教師信号は一致しない。そこで、誤差評価関数 E が結合重みの関数であることから、勾配法の原理を用いて誤差を修正する方向に結合重みを変化させる。結合重みの修正量は誤差評価関数をそれぞれの結合重みで偏微分することにより求められる⁽¹⁾。

本研究で用いたニューラルネットワークは、入力層が 2 個、出力層が 1 個のネットワークを想定した。また、中間層は 30 個とした。このような選択は、精度と計算時間の兼ね合いを考えに基づいて、素子数を決定した。入力層には入力値として FBG からの反射率を入力し、出力層からは出力値として歪み量が出力されるようにした。

次に、誤差逆伝搬法によりニューラルネットワークの学習を行うにあたり、学習過程の教師データには数値計算により求めた FBG の反射率と伸長量の間に存在する関数(図 4)を用いて学習を行った。また、学習回数は 100000 回を上限として行い、各結合重みの初期値はすべてランダムに与えるものとした。

5 シミュレーションの方法

ニューラルネットワークを用いた FBG センサに

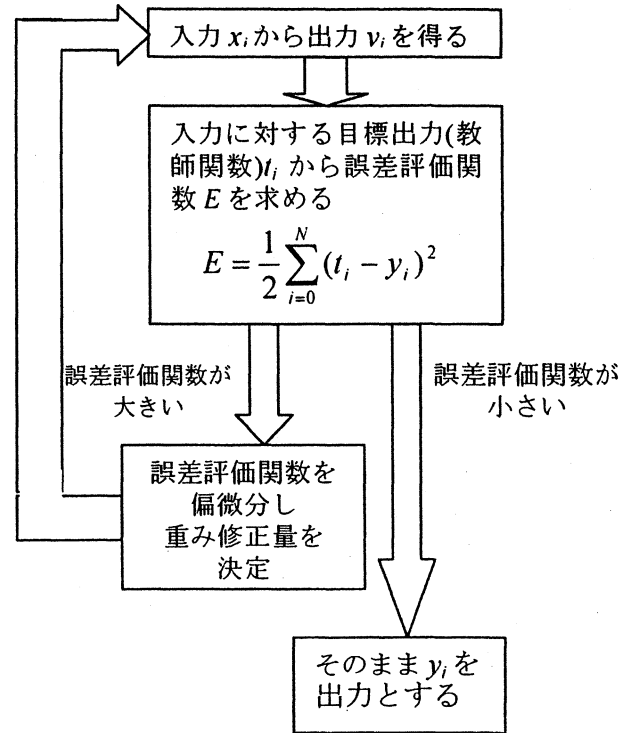


図 6 誤差逆伝搬法の枠組み

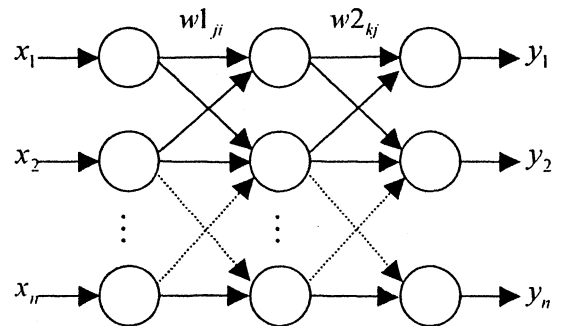


図 7 階層型ニューラルネットワーク

よる歪み計測のための数値シミュレーションモデルを図 8 に示す。光源は 830nm 帯のレーザダイオード^{*1}を想定した。また、歪み計測用の FBG はブラッグ波長の少しずれた FBG を直列に 2 本並べた。これら、FBG のパラメータはブラッグ波長 830.0nm、830.2nm を仮定し、どちらの場合にも屈折率変化量 Δn が 8.8×10^{-5} 、平均コア屈折率 n_0 は 1.45、グレーティング長 L は 3.0mm とした。これらの値は FBG の反射スペクトル特性を算出するために仮定した。

光源から出射された光は分岐比 1:1 の光ファイバカプラ(3dB 光ファイバカプラ)^{*2}により分岐され

*1.*2 用語の説明は本論文の最後にまとめている。

る。さらに、反射光を取り出すための 3dB 光ファイバカプラを通り、歪み計測用 FBG と温度補償用の FBG に入射される。それらの FBG からの反射光および透過光を 4 つのパワーメータにより測定し、コンピュータに入力する。このコンピュータにより光源(レーザダイオード)の温度を変化させて温度補償用 FBG からの反射パワーが一定になるように波長を制御して温度補償を行う。また、歪み計測用 FBG と温度補償用 FBG からの反射率を入力として、誤差逆伝搬法によりグレーティング伸長量を計算し、その値から歪み量を算出する。

今回のシミュレーションを行うにあたり、誤差逆伝搬法により反射率とグレーティング伸長量の間に存在する未知関数を近似した。また、教師データは、測定困難な値を一般的な値で仮定し FBG の特性を数値計算することにより作成した。しかしながら、実際の場合、教師データは使用する FBG から実験により測定し作成することになる。実際に使用する FBG の Δn と n_0 は未知数となるため、ニューラルネットワークを用いて、これらの値を含む未知関数を近似させる必要がある。

また、数値シミュレーションにおける温度補償については次のように行った。即ち、温度変化量から求められるブラッグ波長のシフト量をもとに、光源波長の変化量を求めて補償している。また、初期状態での温度は 20.0℃とした。

6 結果と考察

図 8 に示した数値シミュレーションモデルにおいて、ニューラルネットワークを用いて歪み計測用の FBG の反射率と伸長量の関係の間に存在する未知関数を近似させた。その結果から、歪み計測の数値シミュレーションを行った。温度 20.0℃一定にして得られた結果を図 9、図 10 に示す。図 9 から明らかなように、与えた歪み量 ε と反射率変化から求めた歪み量のシミュレーション結果はほぼ完全に一致している。次に、図 10 では歪み量が時間に対して図中に示す理想値のように変化していると考えた。その時、与えた歪み量に対して数値シミュレーション結果を計算値としてプロットした。この場合においても理想値と計算値がほぼ一致している。しかし、図 10 には示していないが、初期状態(0sec 近傍)で、シミュレーション結果が負の歪み量方向に大きく振れることが観測された。これについては後程考察する。

次に、図 11 に示すような温度変化を与えた場合のシミュレーション結果を図 12 に示す。温度変化は時間的に変動する正弦関数として 0℃～40℃の間で変化させた。図 12 において誤差 $\pm 1\mu\text{m/m}$ の範囲で理想値に一致している。この結果から、温度変化が加わった場合でも、それを補償し歪み測定が可能であることがわかる。しかしながら、図 10、図 12 の結果から、シミュレーション開始直後に値が大きく振れることが観測された。この理由として、学習が十分になされていなかったこと、歪み量がまだ小さいことから、十分な近似がなされていない状態で出力したためと考えられる。

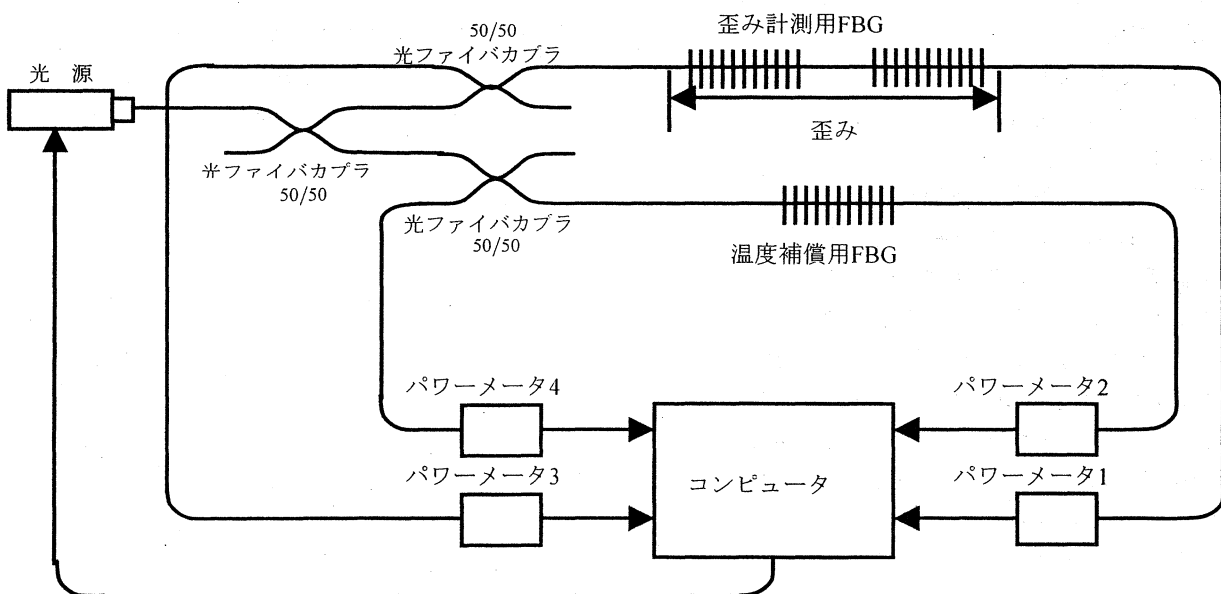


図 8 数値シミュレーションモデル

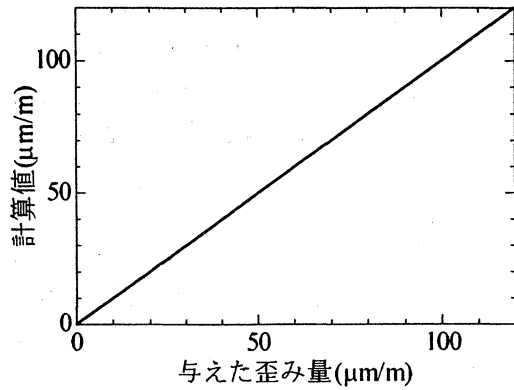


図9 歪みシミュレーション結果(温度 20.0℃一定)

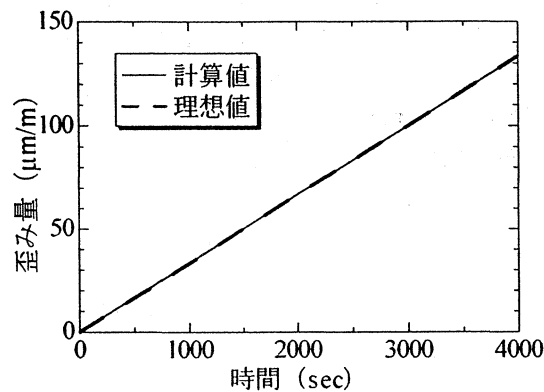


図10 歪みシミュレーション結果(温度 20.0℃一定)

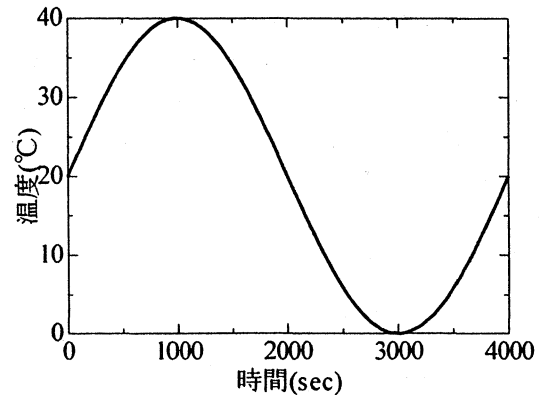


図11 FBG に与えた温度変化

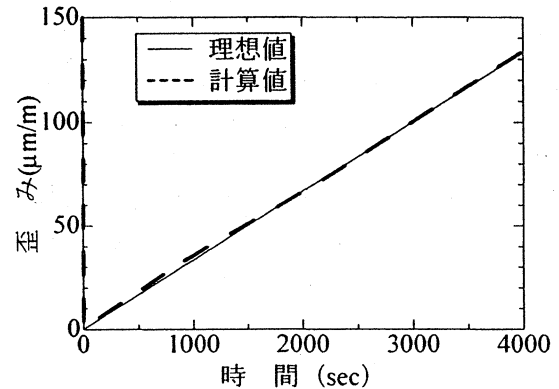


図12 図11の温度変化を与えた時のシミュレーション結果

7 まとめ

ニューラルネットワークにより FBG の反射率と伸長量の関係を学習させることにより、歪み計測が可能になることを実証した。また、温度補償用 FBG を用いて反射率測定波長、つまり光源の波長を制御することにより温度補償が可能であることがわかった。この温度補償により $\pm 1 \mu\text{m/m}$ の間で歪み量を近似できた。しかし、今回のシミュレーションではレーザの波長の制御に対する応答時間、安定性、その他の外乱等を考慮していない。

今後の課題として、歪み計測範囲のダイナミックレンジを拡大すること、この手法を用いた実験を行うことが挙げられる。本手法では、反射スペクトル幅が広い FBG を使用することによってダイナミックレンジを拡大することができる。本研究室では半値幅 1nm 以上のブラッグ反射波長スペクトルを持つ FBG の作製が可能であり、これを使うことにより、ダイナミックレンジは今回のシミュレーションの約 10 倍以上に拡大できる。

謝辞

本研究を行うにあたり、ニューラルネットワークに関して御助言を頂いた本学情報工学科佐藤一彦教授、板倉賢一教授に深く感謝致します。また、本研究は平成 13 年度「民間等との共同研究」の一環として行ったものであり、民間機関の(株)エーティック計測部の共放鳴氏、日向洋一氏に感謝致します。

用語説明

*1 レーザダイオード(LD)：半導体レーザは、p-n 接合への電流注入によって生じる反転分布を利用してレーザ発振を行うものであり、注入電流を変化させることにより容易にレーザ出力を変化させることができる。LD に流す電流を増加していくと反転分布が大きくなり利得(増幅の割合)が増大して、ある電流値で利得と損失(共振器内での吸収、散乱等)がつり合う。この電流値をしきい値電流と

いい、さらに電流を増すと利得が増大しレーザ発振が起こる。LDは温度変化によって結晶のエネルギー幅と屈折率が変わり、発振波長が変わる特性をもっている。図13に実験の一例を示す。

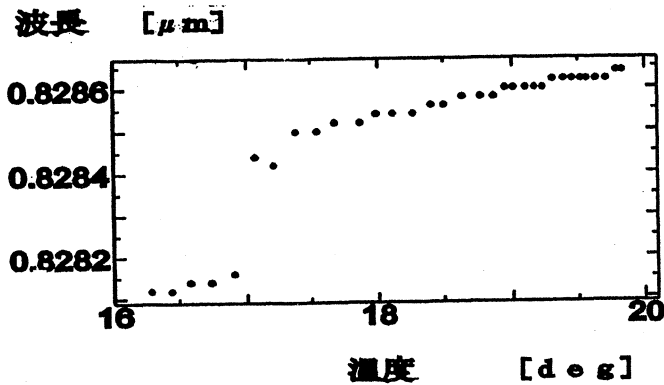


図13 温度-波長特性

*2 光ファイバカプラ：光ファイバカプラは図14のように2本の光ファイバを並列に結合させ、光が相互作用する結合部で分波したり合波したりできる光学素子である。論文の3dB光ファイバカプラとは光を分波する時の分岐比が1:1であるものをいう。つまり、ポート1からの入射光のパワーを1とするとポート3、ポート4には0.5ずつに分波し出射する素子である。 $10\log(0.5)=-3\text{dB}$ になることから、3dBカプラの名前が付けられた。

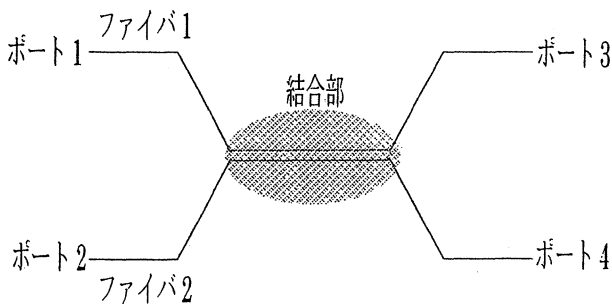


図14 光ファイバカプラ概略図

文献

- (1) E.J.Friebele, "Fiber Bragg grating strain sensors: Present and future applications in smart structures", Optics & Photonics News, Vol.9, No.8, Aug.1998., p 33-37.
- (2) 倉嶋利雄, 佐藤昌志, "光ファイバを用いた構造物のひずみ分布計測", 土木学会誌, Vol.82, 1997年12月, p 18-20.
- (3) 山内良三, 和田朗, "センシング用ファイバグレーティング", 光学, 27巻, 7号, 1998年1月, (p.382-383.)
- (4) 石川真二, "光ファイバグレーティングによる精密計測技術", 応用物理, 69巻, 6号, 2000年6月, p 648-654.
- (5) 共放鳴, 日向洋一, 藤井信二, 佐々木一正, 太田敏彦, 佐藤秀城, "光ファイバによる土木構造物の診断—FBGによる歪み計測に関する研究—", 土木学会・構造物の診断に関するシンポジウム論文, 1999年8月, p 1-8.
- (6) 佐藤信也, 川口知行, 今井正明, 日向洋一, 共放鳴, "ファイバブラッググレーティングを用いた歪み計測へのニューラルネットワークの応用", 電子情報通信学会技術研究報告, OFT2001-60, 2001年11月, p 1-6.
- (7) S.-L.Tsao and J.Wu, "Highly accurate temperature sensor using two fiber Bragg gratings", IEEE J. Selected Topics in Quantum Electronics, Vol.2, No.4, Dec. 1996, p 894-897.
- (8) S.-L.Tsao, J.Wu and B.-C.Yeh, "High-resolution neural temperature sensor using fiber Bragg gratings", IEEE J. Selected Topics in Quantum Electronics, Vol.35, No.11, Nov.1999, p 1590-1596.
- (9) S.-L.Tsao, J.Wu and B.-C.Yeh, "A fiber Bragg grating temperature sensor with artificial neural networks", Tech. Digest of Proc. 13th Int. Conf. Optical Fiber Sensors (OFS-13), April. 1999, p 438-441.
- (10) 熊沢逸夫, "学習とニューラルネットワーク", 森北出版, 1998年, (第1章～第3章.)
- (11) J.デイホフ 原著, 桂井浩 訳, "ニューラルネットワークアーキテクチャ入門", 森北出版, 1992, 第4章.

反応性RFイオンプレーティング法による BN皮膜の形成

佐藤 忠夫*¹, 若柳 俊一*², 渡邊 孝幸*², 酒井 彰*³

Preparation of BN Films by Reactive RF Ion Plating Method

Tadao SATO, Shun-ichi WAKAYANAGI
Takayuki WATANEBE and Akira SAKAI

(原稿受付日 平成14年5月7日 論文受理日 平成14年8月30日)

Abstract

The sp^2 -bonded BN thin films were prepared onto the silicon substrate by RF ion plating under the conditions of supplied RF power of 18-110 W, substrate bias potential of -0.5 kV, boron evaporation rate of $1.3 \times 10^{-4} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, vacuum chamber pressure of $p_{N_2} + p_{Ar} = 6.6 \times 10^{-2} \text{ Pa}$, and 21.7 cm distance between substrate and vapor source. N/B atomic ratio of the film increased with increases in $p_{N_2} / (p_{N_2} + p_{Ar})$ ratio and supplied RF power. The maximum ratio of the film obtained in this work was 0.95, when the film was prepared under the condition of supplied RF power of 110 W and $p_{N_2} = 6.6 \times 10^{-2} \text{ Pa}$.

Key words : Boron Nitride Films, RF Ion Plating

1 緒 言

近年, PVD や CVD による窒化ホウ素(BN)膜作成の試みが数多く報告されている。(1)・(18)しかし, 現時点では得られる薄膜のほとんどが立方晶 BN(以下 c-BN)と六方晶 BN(以下 h-BN)あるいはウルツ鉱型 BN(以下 w-BN)の混相状態であり, 基板との密着性も乏しく, (19) 未だ実用的に有効な作成法は確立していない。高周波励起反応性イオンプレーティング法はその装置構成は単純であり, 金属窒化物薄膜形成手段の一つとして用いられているが, 何故か BN 膜の報告は見あたらない。そこで, 本研究では同法による BN 皮膜の作

成を試み, 窒素ガス分圧, ホウ素蒸発速度, 高周波投入電力等の皮膜生成に影響を与える主要因子について検討した。ところで, c-BN は超高硬度, 高熱伝導等の特性を有し, h-BN は耐熱性, 耐食性, 潤滑性, 高電気絶縁性を有している。本研究では熔融金属、熔融フッ化物に対する耐熱・耐食を狙って h-BN の形成を目指した。

2 実験方法

2.1 装置

真空槽内部の構成図を Fig.1 に示す。この装置は, 油回転ポンプ, 油拡散ポンプ, 偏向型電子銃(最大 5 kW)と水冷銅るつぼ(4連, 各容量 $2.6 \times 10^{-6} \text{ m}^3$), 基板加熱用ヒータ, 基板バイアス電源(最大 -5 kV), 高周

*1 材料物性工学科

*2 材料物性専攻 大学院生

*3 電気電子工学科

波発振機 (13.56 MHz, 最大出力 500 W) およびアンテナコイルから構成されている。また, 電離真空計, 反応ガス流量を調整するガス混合器が設置されている。なお, 基板と蒸発源間距離は 21.7 cm と一定にした。

2.2 基板および前処理

基板は, 単結晶 Si ウェハ ((100)面, 厚さ 0.725 mm, 70 mm×70 mm, 片側のみ鏡面研磨) を用い, 蒸留水, アセトン中で超音波洗浄を施した。また, 皮膜形成に先立ち, 一度, 真空槽内を 6.6×10^{-3} Pa まで排気後, アルゴンガスによるイオンボンバード (アルゴン分圧 2.6×10^{-2} Pa, 時間 20 min, RF 電力 20 W, DC バイアス電圧 -0.5 kV) による表面洗浄を行った。

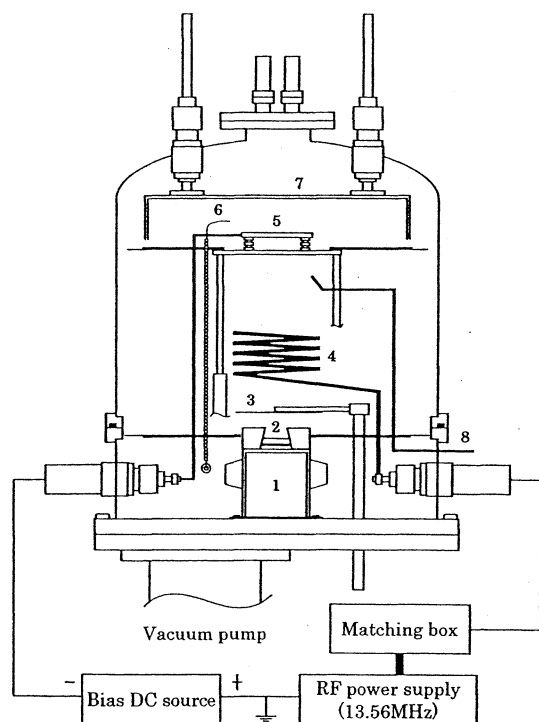


Fig. 1 Schematic diagram of the ion plating apparatus.

1: E.B. gun, 2: Crucible, 3: Shutter, 4: RF antenna, 5: Substrate, 6: Thermocouple, 7: Heater, 8: Gas inlet.

2.3 ホウ素および窒素ガス

蒸発材には, 結晶質ホウ素 (純度 99.5 %, 1 cm^3 以下の塊状) を使用した。ホウ素は真空槽内圧力 6.6×10^{-3} Pa にて, 電子ビーム加

熱溶融し, 形状を整えて皮膜作成に供した。反応物の窒素ガス (純度 99.9999 %) と希釈用のアルゴンガス (純度 99.9999 %) は, 流量比を調整した後, 蒸発源直上に設けたガス導入管から基板に向けて流出させた。本研究における真空槽内圧力は, 電子ビームの安定動作圧力限界値を目安にしてガス供給量を調節しながら 6.6×10^{-3} Pa と一定にした。

2.4 電子ビーム出力

予備試験により 0.3 kW ではホウ素の溶融および蒸着膜の形成が確認されず, 0.5 kW ~ 1.5 kW の電子ビーム出力範囲以内ではホウ素の蒸発速度 (るつぼ内のホウ素の減少量からの計算値) は $1.3 \times 10^{-4} \sim 1.36 \times 10^{-3} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ であった。本成膜装置では電子ビームの安定動作圧力限界値の関係上, 真空槽内圧力 (窒素分圧) を高くできないため, ホウ素の蒸発速度を抑制せざるを得なかった。イオンプレーティングなどの蒸着法により皮膜を得る場合, $10^{-4} \sim 10^{-1} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ の範囲の蒸発速度が必要²⁰⁾といわれていることを参考に電子ビーム出力値を最低限の 0.5 kW に設定した。このときの, ホウ素の蒸着速度 (蒸発速度と蒸発源の有効蒸発角からの計算値) は約 $5 \times 10^{-7} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ であった。

2.5 バイアス電圧, 高周波出力, 成膜時間

基板バイアス電圧は -0.5 V とした (BN は絶縁性物質であるので, チャージアップにより原則的に負のバイアス電界の効果は期待できないとも考えられるが, 高周波の交番電界によりチャージアップが解消されることや発生したプラズマにより基板表面の電子濃度が高くなるため成膜が可能となると考えられる)。高周波投入電力は 0 ~ 110 W の間で, 蒸着時間 2, 3 または 6 時間とした。

2.6 基板温度

基板の加熱は特に行わなかったが, イオン衝撃および蒸発源からの輻射熱により最大で 160℃ まで基板温度の上昇が見られた。

2.7 皮膜作成手順

1) 基板の前処理 → 真空槽内を 6.6×10^{-3} Pa まで排気 → 反応ガス導入 → ステンレス製コ

イル型アンテナから高周波放射（赤紫色の励起発光色プラズマが真空槽内全域に広がる）。2) 基板に -0.5 kV のバイアス電圧を印加（基板付近にも負グローが発生）→真空槽内圧力を $6.6 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ に設定。3) ホウ素を電子ビーム加熱溶融→蒸発源直上のシャッターを開→成膜。4 真空槽内を室温まで冷却→アルゴンガス導入→大気圧に戻す。5) 試料の取り出し→皮膜の評価。

2.8 皮膜評価

生成皮膜に対し次の評価を行った。

- 1) フーリエ変換赤外分光分析による生成皮膜の同定：基板は赤外域で透明な Si であるので、透過法によって測定した。その際、Si 基板のスペクトルを同時に測定し、試料スペクトルから引きさることにより 1050 cm^{-1} 付近に現れる Si-O による吸収、その他を除外した。
- 2) EPMA による生成皮膜の定量分析：h-BN 粉末試料（99.5 %）を標準試料として分析値を検定した。
- 3) X線回折法による生成皮膜の同定
- 4) 走査電子顕微鏡による皮膜表面形態の観察：BN 皮膜は、本来、絶縁物質であるため皮膜表面に対し電導性物質のコーティングなどの観察前処理が必要と思われたが、未処理のものでも比較的明瞭な像が得る事ができたので本研究では特に観察前処理を行わず、作成したままの皮膜表面について観察した。

3 結果と考察

3.1 皮膜組成に及ぼす窒素分圧の影響

高周波投入電力を 90 W 、6 時間と一定にして、窒素分圧、実際には窒素混合比 ($\text{N}_2/(\text{N}_2+\text{Ar})$) を変化して皮膜作成を行った。得られた皮膜のフーリエ変換赤外分光分析結果を Fig.2 に示す。すべてのスペクトル図に共通して、 1360 cm^{-1} 付近（メインピーク）および 760 cm^{-1} 付近（サブピーク）に BN の sp^2 結合による吸収が認められた。（ 1360 cm^{-1} 付近のピークが飽和しているが、これは 760 cm^{-1} 付近のピークを明確にするために膜厚を厚くしたために起こったものであ

る。）この sp^2 結合は六方晶（h-BN）、非晶質 BN（a-BN）およびそれらの中間的構造である乱層構造 BN（t-BN）においてとられる共有結合様式であり、この図では、 $1050 \sim 1100 \text{ cm}^{-1}$ に現れる sp^3 結合による吸収(c-BN)は認められなかった。

EPMA による定量分析結果を Fig.3 に示す。分析値は 3 測定個所の平均値である。得られ

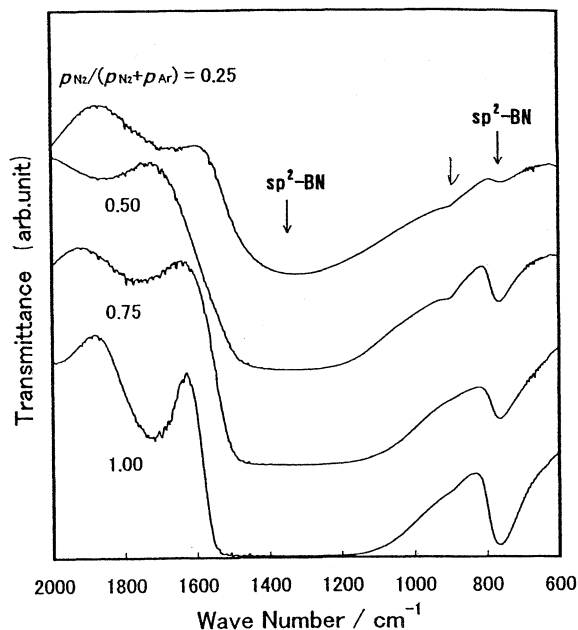


Fig. 2 FTIR spectra of the films prepared under various nitrogen pressure ratios. $p_{\text{N}_2}+p_{\text{Ar}}=6.6 \times 10^{-2} \text{ Pa}$, RF power = 90 W .

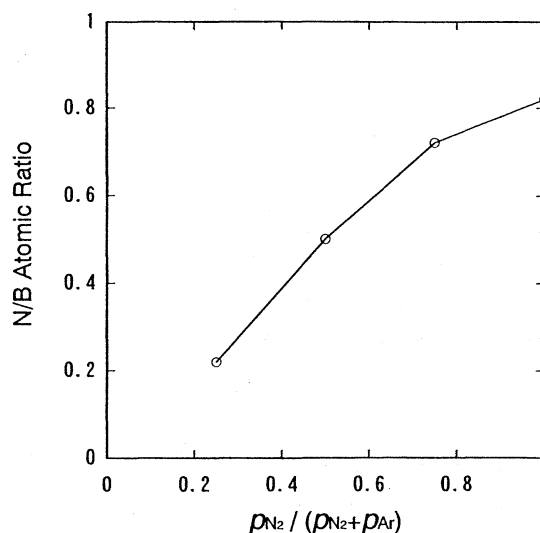


Fig. 3 Relationship between nitrogen pressure ratio and chemical composition determined by EPMA for the films shown in fig. 2.

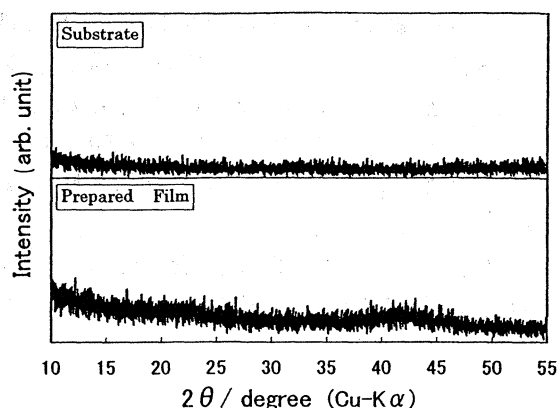


Fig. 4 XRD patterns of Si substrate and the film prepared at $p_{N_2} = 6.6 \times 10^{-2}$ Pa, RF power = 90 W.

た皮膜中の N/B 原子比は 0.22~0.82 となり, ホウ素が過剰であり, 窒素混合比 ($N_2/(N_2+Ar)$) の増加とともに N/B 原子比が 1 に近づくことが確認される。このことから, 本法による窒化ホウ素膜作成には十分な量の窒素を供給する必要があることが推測されるが, Fig.3 の実験範囲では化学量論比を満たした窒化ホウ素膜を得るには至らなかった。

また, この状態の薄膜の XRD パターンを Fig.4 に示す。図の上段は, 基板である Si のパターンで, 下段は窒素混合比 1.0 で作成した皮膜のパターンである。 $2\theta = 23^\circ$ と 42° 付近にブロードなピークが認められる。これらの角度は BN, B, $B_{25}N$ 等の回折ピーク位置とは全く合わない。また, 他の窒素混合比で作成した皮膜も同様のパターンを示した。ブロードなピークで, (hkl) 面からの明確な回折ピークが得られなかったことから, 生成皮膜は, 六方晶の basal plain の積層に不整のある乱層構造 BN あるいは非晶質 BN にホウ素が過剰に混在する状態であると推定される。(乱層構造 BN および非晶質 BN を以下 sp^2 -BN と表現する。) FT-IR 分析, EPMA 分析の N/B 比の結果と総合すると長範囲の結晶秩序を持たない sp^2 -BN であると推定できる。

なお, 皮膜の厚さは特に系統的には測定しなかったが, 一例として, 窒素混合比 0.5 下で作成した皮膜の場合は, $3 \sim 5 \mu m$ (破面の SEM 像より推定) であった。また, 赤外吸収スペクトルに現れた干渉縞の間隔から, 窒

素混合比 $N_2/(N_2+Ar) = 1.0$ の条件下で作成した皮膜の厚さは 窒素混合比 0.25 で作成した皮膜の約 1.4 倍と推定され, 窒素混合比の増加とともに膜厚が厚くなる傾向が認められた。

3.2 皮膜組成に及ぼす高周波電力の影響

窒素の反応性は低く, 窒素雰囲気中でホウ素蒸着を行っても窒素は膜中にほとんど取り込まれないことは確認している。本法では蒸着物質のイオン化を高周波プラズマによって行っているため, イオン化率は高周波投入電力に依存するので, その影響について検討した。高周波投入電力 18 W および, 45 W で作成した場合は皮膜形成時間を 3 時間, 90 W および 110 W で作成した場合は 2 時間とした。

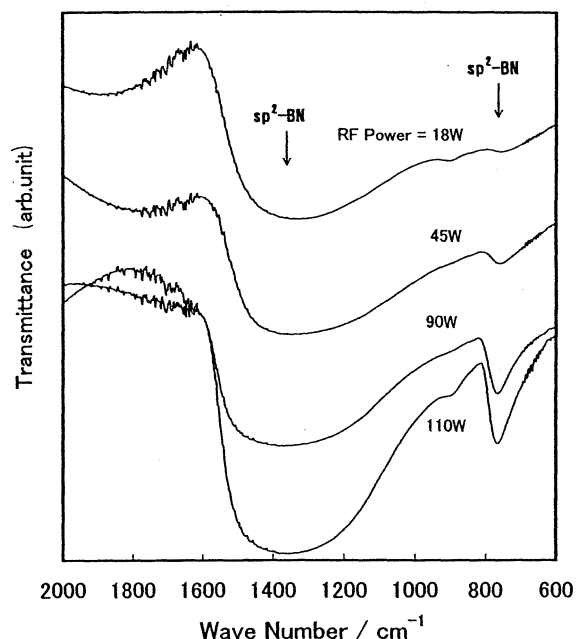


Fig. 5 FTIR spectra of the films prepared under various RF powers.
 $p_{N_2} = 6.6 \times 10^{-2}$ Pa.

得られた皮膜の FT-IR スペクトルを Fig.5 に示す。すべてのスペクトル図に共通して, BN の sp^2 結合による吸収のみが得られ, sp^3 結合による吸収(c-BN)は認められなかった。また, EPMA による定量分析の結果を Fig.6 に示す。この図から, 皮膜の N/B 原子比は高周波電力値に対し直線的に増加することが認められる。高周波電力値 110 W で作成した皮膜では N/B 原子比が 0.95 となり化学量論

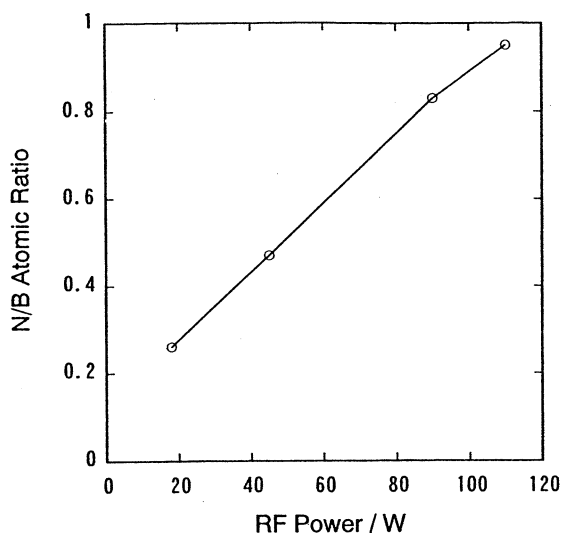


Fig. 6 Relationship between RF power and chemical composition determined by EPMA for the films shown in fig. 5.

比 1 に近い BN が形成されたが、18~90 W の条件下で作成した皮膜は、よりホウ素過剰な sp^2 -BN であると推測される。ホウ素が過剰な皮膜は、基本的に B-N 結合を形成しているが、窒素分圧の不足により反応に参与する N の供給が十分ではなく、その結果、結合にあずかれなかったホウ素原子が、B-B 結合をとらざるを得なくなると考えられる。本研究で得られた皮膜の分析の結果、すべてのスペクトル図において、 sp^2 -BN の特徴的なピークが現れた。他の報告例と比較するとメインピーク、サブピークともに 20 cm^{-1} あまり低波数側へずれている。この波数のずれの原因としては B-N 原子間距離のずれによる振動子間の力の定数変化が推測される。この過剰に含まれるボロン原子が B-N 結合を分断することで長範囲の結晶秩序をもたない sp^2 -BN を形成していると考えられる。

高周波励起イオンプレーティング法では蒸発原子のイオン化率は小さく高々数%といわれているが、⁽²¹⁾ 同法により TiN⁽²²⁾や CrN⁽²³⁾の薄膜を高周波電力 100~600W で作成した例が多数報告されている。本装置においても同様の手法で、高周波電力 20 W で CrN の成膜を行った場合は、クロムの青色の励起発光色が確認されたが、BN の場合はホウ素の励起発光色が確認されなかった。このことは、20 W の電力でも Ti や Cr のイオン化には十分であったが B には有効でなかったことを示している。これはチタン、クロム

の第 1 イオン化ポテンシャル⁽²⁴⁾がそれぞれ、6.82 eV, 6.764 eV であるのに対して、ホウ素のそれが 8.296 eV と高い値であることを反映している。このことから、本研究の場合、高周波電界印加の効果は窒素のイオン化が主であると考えられる。高周波電力と生成皮膜の組成の関係についてのさらなる検討が必要であるが本装置においては 110 W より大の高周波電力を真空槽内に投入した場合、放電プラズマが安定せず、これが限界であった。一方では、高周波励起法による InN 作成⁽²⁵⁾において、高周波出力を 100 W で成膜を行っており、200 W ではコイルのなどのスパッタ現象が起こることが報告されており、生成皮膜に対する高周波電力の検討には注意が必要と思われる。

4 結 言

- 1) 窒素圧 $6.6 \times 10^{-2}\text{ Pa}$, ホウ素蒸発速度 $1.3 \times 10^{-4}\text{ kg / (m}^2 \cdot \text{s)}$, 基板バイアス電圧 -0.5 kV , 基板-蒸発源間距離 21.7 cm , 高周波電力 110 W (13.56 MHz) の条件下で作成した高周波イオンプレーティング BN 皮膜は N/B 原子比が 0.95 の sp^2 -BN であった。90 W 以下の条件で得られた皮膜はさらにホウ素過剰な長範囲の結晶秩序を持たない sp^2 -BN であった。
- 2) 窒素分圧の低下につれて皮膜中の N/B 原子比も低下した。
- 3) 本装置では電子ビーム出力、窒素分圧、高周波電力の条件を選択することにより任意の B/N (≤ 0.95) 組成の BN 膜の作成は可能であった。

文 献

- (1) M. Sokolowski; *J. Cryst. Growth*, 46, 136 (1979)
- (2) C. Weissmantel, K. Bewilogua, D. Dietrich, H. J. Erler, H.-J. Hinneberg, S. Klose, W. Nowick and G. Reisse; *Thin Solid Films*, 72, 19 (1980)
- (3) 毛利 敏男, 飯島 修, 難波 義捷; 真空, 29, 164 (1986)
- (4) K. L. Chopra, V. Agarwal, V. D. Vankar, C. V. Deshpandey and R. F. Bunshah; *Thin Solid Films*, 126, 307 (1985)

- (5) K. Inagawa, K. Watanabe, I. Tanaka, K. Saitoh and A. Itoh ; Proc.9th Symp. on ISIAT'85 Tokyo, p.299(イオン工学懇談会, 1985)
- (6) M. Satou, K. Yamaguchi, Y. Andou, Y. Suzuki, M. Matsuda and F. Fujimoto ; Nucl. Instr. and Meth, B7/8, 910 (1985)
- (7) 木幡 護, 峰田 進栄, 池田 正幸, 古田 雄司 ; 第1回ダイヤモンドシンポジウム講演要旨集, p.29 (1986)
- (8) F. Shimokawa, H. Kuwano and K. Nagai ; Proc.9th Symp. on ISIAT'85 Tokyo, p.467 (イオン工学懇談会, 1985)
- (9) 三重野 正寛, 吉田 豊信, 明石 和夫 ; 日本金属学会秋期大会一般講演概要, p.191 (1986)
- (10) W. Halverson and D. T. Quinto ; *J. Vac. Sci. Technol.*, A3, 2141 (1985)
- (11) J. Szmidt and A. Jakubowski ; *Thin Solid Films*, 110, 7 (1983)
- (12) S. Komatsu, T. Yoshida and K. Akashi ; Proc.9 th Symp. on ISIAT'85 Tokyo, p.421 (イオン工学懇談会, 1985)
- (13) 斉藤 秀俊, 石黒 孝, 一ノ瀬幸雄 ; *New Diamond*, 3, (1), 35 (1987)
- (14) 茶谷原 昭義, 増田 敦彦, 横山 春樹, 井村 健, 大坂 之雄, 市原 正樹 ; 第34回応用物理学関係連合講演会予稿集第2分冊, p.307 (1987)
- (15) 斉藤 秀俊, 弘津 禎彦, 一ノ瀬幸雄 ; 日本金属学会誌, 54, 186 (1990)
- (16) S. Matsumoto, N. Nishida, K. Akashi, K. Sugai ; *J. Materials Science*, 31, 713 (1996)
- (17) 難波義捷 ; 精密工学会誌, 53, 1523 (1987)
- (18) 瀧 優介, 賀曾利 裕, 伊藤 滋, 明石 和夫 ; 表面技術, 46, 351 (1995)
- (19) 伊藤 滋 ; 表面技術, 50, 907 (1999)
- (20) ジークフリート・シラー, ウルリッヒ・ハイジッヒ ; 日本真空技術株式会社訳 ; 真空蒸着, p.13 (アグネ, 1977)
- (21) 岡田 雅年 ; 金属表面技術, 35, 2 (1984)
- (22) 西田 典秀, 川崎 仁士, 本田 和男, 細川 智生 ; 金属表面技術, 37, 346 (1986)
- (23) 森谷 茂, 菅沼 栄一, 佐藤 昇 ; 表面技術, 45, 786 (1994)
- (24) 日本化学会 ; 化学便覧基礎編Ⅱ, p1124 (丸善, 1966)
- (25) 高井 治 ; 金属表面技術, 35, 71 (1984)

CONTENTS

Invited Papers

Special Issue : The Science for Self-Understanding

The Science for Self-Understanding : Introduction.....	Kunihiko HASHIMOTO	1
‘Self’ Viewing from Psychology.....	Jun MAEDA and Toshiharu MATSUMOTO	3
A Guide to Husserl's Philosophy.....	Kohtaroh NINOMIYA	13
The Self-Understanding in Body Metaphors.....	Kunihiko HASHIMOTO	23
The Self in Language.....	Go HIKITA and Toru SHIONOYA	33
P300 Evoked by Recognition of Speaker's Speech Sounds	Takeshi SHIMADA and Takahiro FUKUMORI	43
The Self-Understanding in Exercise Physiology.....	Hironobu KAMIMURA	53
Self-Understanding Through Natural History, Society and ‘Meme’	WAKANA Hiroshi	61

Papers

Husserls Philosophie der Mathematik 6 —Spezialisierung des Axiomen-System—	Kohtaroh NINOMIYA	69
Husserls Philosophie der Mathematik 7 —Frage des “Imaginären” —.....	Kohtaroh NINOMIYA	81
Psychological Clinic in General Hospitals —Case Study as Liaison Situation (2) ; Myasthenia Gravis Case—	Jun Maeda and Minami KANO	93
Two Types of Numerical Sentences in Hawaiian.....	Toru SHIONOYA	105
The Instrumental in Mongolian.....	Kunihiko HASHIMOTO	111
Separate Estimation of External and Internal Damping Coefficients on Bending Vibration of Flexible Beams	Ken-ichi SAITO, Kohshi NISHIDA and Hisa-aki WATANABE	127
Thermoelectric Properties of Sm and Ce Based Filled Skutterudite Compounds	Ram GIRI, Norimasa YANASE, Chihiro SEKINE, Ichimin SHIROTANI, Atsushi YAMAMOTO and Chul-Ho LEE	133
Strain Measurement Using FBG Sensors by Neural Networks —Numerical Simulation by Back Propagation Method—	Daisuke SAITO, Shinya SATO and Masaaki IMAI	141
Preparation of BN Films by Reactive RF Ion Plating Method	Tadao SATO, Shun-ichi WAKAYANAGI, Takayuki WATANABE and Akira SAKAI	149

図 書 館 委 員

委員長	附 属 図 書 館 長	教 授	三 澤 俊 平
委 員	建 設 シ ス テ ム 工 学 科	助 教 授	鎌 田 紀 彦
〃	機 械 シ ス テ ム 工 学 科	〃	齊 當 建 一
〃	情 報 工 学 科	〃	鈴 木 幸 司
〃	電 気 電 子 工 学 科	〃	松 田 瑞 史
〃	材 料 物 性 工 学 科	教 授	嶋 影 和 宜
〃	応 用 化 学 科	〃	空 閑 良 壽
〃	共 通 講 座	助 教 授	二 宮 公 太 郎
〃	情 報 メ デ ィ ア 教 育 セ ン タ ー	〃	倉 重 龍 一 郎
〃	国 際 交 流 室	〃	菅 野 光 公

平成14年11月30日 印 刷 (非売品)
平成14年11月30日 発 行

編 集 室 蘭 工 業 大 学
発 行 〒050-8585 室 蘭 市 水 元 町 27-1

印 刷 株 式 会 社 日 光 印 刷
室 蘭 市 寿 町 2 丁 目 3 番 1 号
TEL (0143) 4 7 - 8 3 0 8

表紙デザイン 目 黒 泰 道

